

Természet Világa

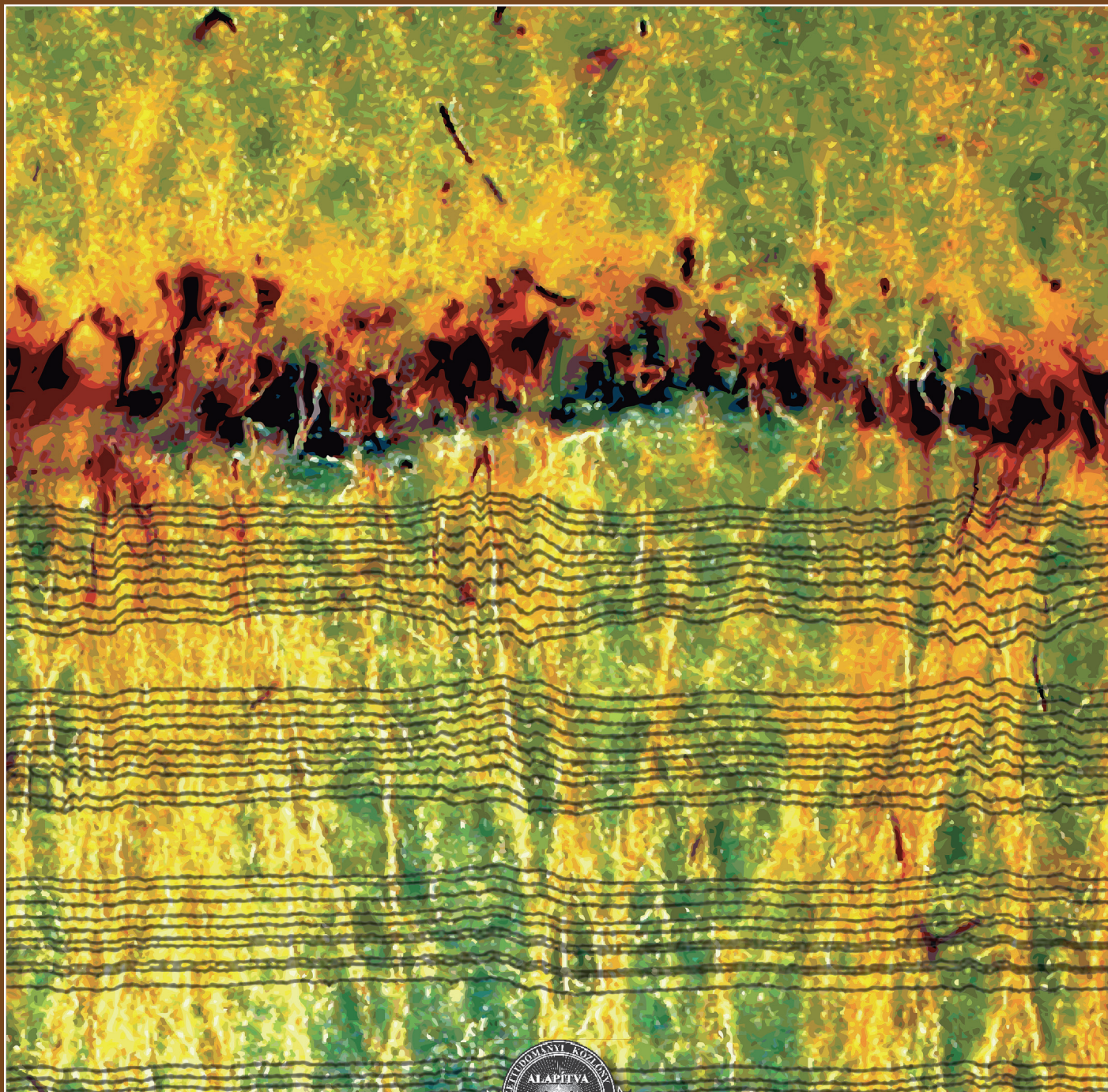
TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNY

147. évf. 6. sz.

2016. JÚNIUS

ÁRA: 690 Ft

Előfizetőknek: 600 Ft



■ HULLÁMOK ÉS RITMUSOK

■ ILLATKOMMUNIKÁCIÓNK

■ BETEGSÉGEK MŰVÉSZSZEMMEL

■ A GEOLÓGUS ÉS KALAPÁCSA EGYSZERCSAK MEGNYUGSZIK

■ PIAC A TRÓPUSON

■ MARSLAKÓK UTÁNPÓTLÁSA

■ SZENT HEGYÜNK

Egy trópusi piac életképei



A halásus méltán büszke portékájára



Sokféle zöldség- és gyümölcsféle közül válogathat a vásárló



A padlizsán, a paprika, a saláta a cascaveli piacon is keresett árucikk



Itt is van kínai piac, ami ugyanolyan, mint bárhol a világon



A zsúfolt, mindenfélével teletömött árusítóhelyek megszokott látvány a piacon



Manióka és kukoricaliszt, tucatnyi fajtájú bab is kapható

Természet Világa



A TUDOMÁNYOS ISMERETTERJESZTŐ
TÁRSULAT FOLYÓIRATA

Megindította 1869-ben
SZILY KÁLMÁN
KIRÁLYI MAGYAR
TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁRSULAT

A TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNY
147. ÉVFOLYAMA



2016. 6. sz. JÚNIUS
Magyar Örökség-díjas és
Millenniumi Díjas folyóirat



nka
Nemzeti Kulturális Alap



Szellemi Tulajdon
Nemzeti Hivatala



Megjelenik a Nemzeti Kulturális Alap és
a Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatala támogatásával.
A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai
Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.



A kiadvány a Magyar Tudományos
Akadémia támogatásával készült.

Főszerkesztő:
STAAR GYULA
Szerkesztőség:
1088 Budapest, Bródy Sándor u. 16.
Telefon: 327-8962, fax: 327-8969
Levélcím: 1444 Budapest 8., Pf. 256
E-mail-cím: termvil@titnet.hu
Internet: www.termeszetvilaga.hu

Felelős kiadó:
PIRÓTH ESZTER
a TIT Szövetségi Iroda igazgatója

Kiadja
a Tudományos Ismeretterjesztő Társulat
1088 Budapest, Bródy Sándor utca 16.
Telefon: 327-8900

Nyomtatás:
iPress Center Central Europe Zrt.

Felelős vezető:
Lakatos Viktor
igazgatósági tag

INDEX25 807
HU ISSN 0040-3717

Hirdetésfelvétel a szerkesztőségben

Korábbi számok megrendelhetők:
Tudományos Ismeretterjesztő Társulat
1088 Budapest, Bródy Sándor utca 16.
Telefon: 327-8950

e-mail: titlap@telc.hu

Előfizethető:
Magyar Posta Zrt. Hírlap üzletág
06-80-444-444
hirlapelofizetes@posta.hu
eshop.posta.hu

Előfizetésben terjeszti: Magyar Posta Zrt.
Árusításban megvásárolható a Lapker Zrt. árusítóhelyein

Előfizetési díj:
fél évre 3600 Ft, egy évre 7200 Ft

TARTALOM

Hullámok és ritmusok. Buzsáki György agykutatóval beszélget Kittel Ágnes	242
Komlóssy György : A geológus és kalapácsa egyszer csak megnyugszik. Második rész.....	245
Brezsnyánszky Károly : William Smith, „Az angol geológia atyja”.....	249
Csaba György : Az ember illatkommunikációja.....	253
Szabó László : Betegségek művészeti ábrázolása.....	257
Szénási Réka–Vassányi Miklós : William Derham lelkész-csillagász és a kora újkori fiziko-teológia.....	261
Radnai Gyula : Machizmus és empiriokriticizmus.....	265
Major István : Piac a trópuson.....	268
HÍREK, ESEMÉNYEK, ÉRDEKSSÉGEK	272
Szenzációs égi mechanikai eredmény született az ELTE-n.....	275
Az Év Ismeretterjesztő Tudósa – 2015: Kroó Norbert akadémikus.....	275
A 2015. évi Hevesi Endre-díjasok.....	275
Bálint Zsolt : Miért alszanak csoportosan a boglárkák?.....	276
<i>E számunk szerzői</i>	278
Csupor Dezső–Kovács Bernadett : A kamilla.....	278
Ladányi László : Bél-kő: „Hegy, mely a homlokát ráncolja...”.....	280
Dulai Alfréd–Dulai Dávid : Nagyvárostól fővárosig: Melbourne – Camberra.....	282
Bencze Gyula : Lesz-e utánpótlásuk a „marslakóknak”?.....	285
FOLYÓIRATSZEMLE, KÖNYVSZEMLE	287

Címképünk: A hippokampusz, az agy „keresőgépe”

Borítólapunk második oldalán: Egy trópusi piac életképei (*Major István* felvételei)

Borítólapunk harmadik oldalán: Szent hegyünk: a Bél-kő (*Ladányi László* felvételei)

Mellékletünk: A XXV. Természet–Tudomány Diák pályázat cikkei (*Filipszki László*:
Fényszennyező energiáink; *Veréb Sándor Andor*: A postagalamb versenyteljesítményét
befolyásoló tényezők; *Nagy Enikő*: Mentsük, ami menthető, a joule-tolvaj). A XXVI.
Természet –Tudomány Diák pályázat kiírása. Útmutató a diák pályázat benyújtásához

SZERKESZTŐBIZOTTSÁG

Elnök: VIZI E. SZILVESZTER

Tagok: ABONYI IVÁN, BACSÁRDI LÁSZLÓ,
BAUER GYÖZÖ, BENCZE GYULA, BOTH ELŐD, CZELNAI RUDOLF,
CSABA GYÖRGY, CSÁSZÁR ÁKOS, DÜRR JÁNOS, GÁBOS ZOLTÁN,
HORVÁTH GÁBOR, KECSKEMÉTI TIBOR, KORDOS LÁSZLÓ,
LOVÁSZ LÁSZLÓ, NYIKOS LAJOS, PAP LÁSZLÓ,
PATKÓS ANDRÁS, RESZLER ÁKOS,
SCHILLER RÓBERT, CHARLES SIMONYI, SÓTONYI PÉTER,
SZATHMÁRY EÖRS, SZERÉNYI GÁBOR, VIDA GÁBOR, WESZELY TIBOR

Főszerkesztő: STAAR GYULA

Szerkesztők:

KAPITÁNY KATALIN (yka@titnet.hu; 327-8960)
NÉMETH GÉZA (n.geza@titnet.hu; 327-8961)

Tördelés: LÉVÁRT TAMÁS

Titkárságvezető:
HORVÁTH KRISZTINA

Hullámok és ritmusok

Beszélgetés Buzsáki György agykutatóval

AXVII. században élt brit természettudós, Robert Hooke, a „sejt” névadója – aki szerint minden természettudományos vizsgálat alapja a gondos megfigyelés kell, hogy legyen – jelentette ki, hogy az agy fizikai működése hozza létre az emlékezést. A megállapítás bizonyítása azonban ugyancsak sokáig váratott magára, hiszen az emlékezés működési mechanizmusának feltárásáért idén márciusban nyerte csak el három brit tudós az idegtudomány legjelentősebb elismerését, a Grete Lundbeck Európai Agykutatói Alapítvány egymillió euróval járó Agy-díját. Mi, magyarok arra emlékszünk büszkén, hogy e díj első kitüntetettjei 2011-ben Somogyi Péter, Freund Tamás és Buzsáki György voltak. Az akkor talán még nagyobb sajtóvilvánosságot kapott elismerés indoklása szerint „munkájuk meghatározó és irányadó volt az agyi szerkezet és a funkció közti kapcsolat feltárásában a molekuláris szinttől egészen a viselkedés megértéséig”.

Míg Somogyi Péter és Freund Tamás elsősorban a tanulási és memóriefolyamatokban kulcsszerepet játszó agykéreg, különösen a hippocampusz nevű agyterület molekuláris és anatómiai jellemzőit tárták fel, Buzsáki György az élettani tulajdonságokat elemezte, sok esetben a maga által tervezett és kivitelezett eszközök segítségével. Nevezetesen élő állaton, főleg viselkedő patkányon végzett kísérletei, melyek nagyban hozzájárultak ahhoz, amit ma az agyhullámokról, az agyi áramkörökről és a magasabb kognitív (megismerő) funkciók közötti kapcsolatról tudunk. Az agyhullámok kifejezés ismerős lehet, hiszen az orvosi gyakorlatban az idegrendszeri betegségek diagnosztizálására, nyomon követésére már több évtizede alkalmazzák az EEG (elektroencefalogram) vizsgálatokat. Az agyhullámokat, melyek az agy elektromos működését mutatják, emberek vagy kísérleti állatok fejére helyezett elektródák segítségével teszik láthatóvá a számítógép monitorján megjelenő, eltérő lefutású görbék formájában. Sokan még azt is tudják, hogy frekvenciatartomány alapján alfa-, béta-, théta-, delta- és gamma-hullámokat különböztetünk meg, és hogy a



„A pécsi egyetem orvoskarán, Grastyán Endre csoportjában ismerkedtem meg a hippocampusz ún. théta-oszcillációjával, amivel pályám meg is pecsételődött”

kapott mintázat nemcsak az agy állapotától, hanem az éppen végzett tevékenységtől is függ.

– *Már első cikkeid is az agyhullámokról szólnak. Hogyan kezdődött életre szóló kapcsolatod az agyhullámokkal?*

– Gimnazista koromban rádióamatőr-ködtem, és már akkor lenyűgözött az információ továbbításának az az eszköze, amit oszcillációnak nevezünk. Aztán a pécsi egyetem orvoskarán, Grastyán Endre csoportjában megismerkedtem a hippocampusz ún. théta-oszcillációjával, amivel pályám meg is pecsételődött. A mai napig is dolgozom ezen a témán.

– *Míg agyhullámokról sokszor hallunk, az agyműködéssel kapcsolatos oszcilláció már jóval kevésbé cseng ismerősen. Elmagyaráznád mi ez, és miért is olyan fontos agyunk működésében?*

– Talán a következőképpen lehet ezt egyszerűen szemléltetni. Gondoljunk arra, hogy közel 30 betű és mintegy 40 000 szó segítségével közvetíthetjük, kommunikálni tudjuk az emberiség összes tudását. Ez azért lehetséges, mert a nyelv szintaxiszt alkalmaz, ami igen hatékony és eredményes kódolási forma. A szintaxisnak, ennek az általunk elsajátított szabályrendszernek a segítségével kisszámú elem kombináció-

jából szinte végtelen mennyiségű új információt tudunk produkálni. Az információ közös megegyezés a küldő és a fogadó között. Ha ismerjük a nyelv szabályait, értjük egymást, de ha nem, akkor, amit hallunk, számunkra „kínai”. Az egyik legfontosabb szintaktikus szabály, hogy az információ-csomagocskák (mint pl. a szavak és mondatok) között szünetet tartunk, írásban vesszőt vagy pontot teszünk. Az agyi oszcillációk minden fajtája gátláson alapul, és ezeket a gátlásokat az ún. gátló interneuronok aktivitása hozza létre. A gátlás, mint a forgalmat szabályozó lámpa, időlegesen megállítja az információ-forgalmat, így ugyanazt a szerepet tölti be, mint a nyelvben a szünet. A gyors oszcillációk ezért rövidebb információ-csomagokat tudnak továbbítani, mert a ciklusidejük rövid. Vegyük például az ún. gamma-oszcillációt. Ez az oszcilláció arra jó, hogy sok idegsejt aktivitását 20–40 milliszekundumos időablakba sűríti össze. Ezt nevezhetjük neuronális „betűnek”.

Általában 5–9 gamma-ciklus fér bele egy hosszabb théta-ciklusba, így ez az információ-csomag reprezentál egy neuronális „szót”, és így tovább. Így szép munkamegosztás jön létre a serkentő és a gátló sejtek között.

A serkentő sejtek akciós potenciáljai az információ potenciális elemei, melyek azonban információvá csak azáltal válnak, hogy a gátló sejtek időben koordinált, többnyire ritmikus aktivitása egy szintaktikus struktúrát hoz létre. Ha ez az interjú szóközlők nélkül íródna, az egész csak egy nagyon hosszú, értelmetlen szó lenne. Ha a kódolás bináris lenne (mint az agyban), azaz betűk helyett csak 0 és 1 számokkal kellene a szöveget leírni, szünetek nélkül soha nem lehetne megfajteni, miről is szól. Engem tehát legjobban az agy szintaktikus szabályai érdekelnek, és úgy tűnik, a gátláson alapuló oszcillációk segítségével jó úton járunk a megfejtéshez.

Az egyik, talán legfontosabb felismerésünk az volt, hogy az agy nagyon sokféle ritmusa egységes rendszert alkot, és ezek a ritmusok egy logaritmikus skálán egymás mellett élnek. Azaz gyönyörű egymásra utaltsági viszony van közöttük, ami matematikailag jól leírható. Ahogy a zenében a hangok, az agyban az információ is több összehangolt időskálán halad előre. Ugyanakkor az időben

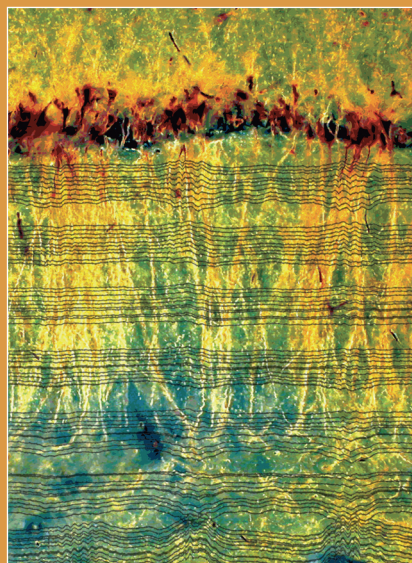
harmonikusan összehangolt neuronális aktivitás óriási információs kapacitást ad.

– *Mi az, amit az agyhullámokról a leginkább tudnunk kell?*

– Például azt, hogy minden pszichiátriai betegség valamilyen koordinálási, szintaktikus zavar talaján jön létre. Skizofréniában például a gamma-oszcillációk a zavartak. A memória megerősítése, az ún. memóriakonszolidáció nagyon rövid, de magas frekvenciájú ritmus segítségével történik. Ezt a mintát, az ún. hippokampális éles hullámokat, a 1990-es években írtuk le. Azóta mi is, mások is, témédek kísérlettel bizonyítottuk, hogy ezek az agyhullámok időben összesűríthetők a napközben megtanult eseményeket kb. 100 milliszekundumos kis információ-csomagokba, és alvás alatt ezek segítségével íródik át az információ a hippokampuszból az agykéregbe. Ezek a hullámformák jól mérhetők, számszerűsíthetők állatkísérletekben, és kimutatottan elváltoznak pl. Alzheimer-kórban. Most jelent meg egy munkánk, amiben azt dokumentáltuk, hogy az epilepsziás betegek emlékezetzavara főleg az éles hullámok kóros elváltozásának a következménye.

– *Az agyhullámokról rengeteget lehet olvasni az interneten, olyasmit is, aminek köze sincs a valósághoz. Van, volt az internetnél jobb népköztudó-népköztudó eszköz?*

– Az internet az információszerezés, -továbbítás és -tárolás legkorszerűbb formája, ugyanígy, ahogy Gutenberg korában a könyv volt. Akkoriban attól tartottak, hogy a könyvolvasás rossz hatással lesz az emberekre. Nem a formával, hanem a tartalommal és annak használatával van a baj. Vannak nagyon fontos és hasznos könyvek, és vannak jelölések. Ez ugyanígy van az interneten is. Nem is lehet másképp, hiszen mindannyian hozzáférhetünk. A nyelv, az írás, a könyv és az internet evolúciós lépések abban a folyamatban, amit én az agyfunkciók externalizációjának, vagyis kiszerveződésének hívok. Ahogy az autó vagy a repülőgép segíti a gyorsabb mozgást, az internet is lehetetlenül lerövidíti az információ ki-nyerésének az idejét. Az interneten az emberiség egész tudáshalmaza pillanatok alatt elérhető – legalábbis elvben. A fő probléma az, hogy a létező keresőgépek (pl. Google, Yahoo) még nem olyan jók, mint az agy keresőgépe, a hippokampusz. De javulás várható pontosan azért, hogy az idegtudományok előrehaladtával egyre jobban megértjük, milyennek kell lennie egy egyénre szabott keresőmechanizmusnak. Hiába megyünk el egy nagy könyvtárba, mondjuk a honfoglalás körülményeit megismerni, ha fogalmunk sincs arról, hogy melyik emeleten és milyen polcokon érdemes keresgél-ni a témában. Erre való a „könyvtáros” – az agyban a hippokampusz –, ami pillanatok alatt rámutat arra, hogy hol található az infor-



Címképünk: A hippokampusz, az agy „keresőgépe”

A mikroszkópos metszeten a Gallyas-féle ezüsfestés emeli ki a piramis-sejteket szabályszerű rendjében. A háttér-vonalak agyhullámokat mutatnak e régióból. A populációs mintán több éles hullám (ripple) látható. A minta az agyon belüli információ-továbbítás egyik legfontosabb tanulmányozott esete

máció a nagyagykéregben; ez utóbbi egy óriási, egyénre szabott könyvtárnak fogható fel.

– *Ha már a könyvtárnál tartunk, pár éve kiadott könyved címe egyáltalán nem meglepő módon „Rhythms of the Brain”, amit magyarul „Az agy ritmusai” címmel je-*



Buzsáki György pécsi laborja lelkes fiatalokkal 1988 körül (hátsó sor balról jobbra: Juhász Csaba, Horváth Zsolt, Szemes László; ülnek: Preiszinger Andrea, Kamondi Anita, Buzsáki György)

(Forrás: <http://semmelweis.hu/neurologia/munkatarsak/>)

lentettek meg. Felkértek a megírására? Mit jelentettek számokra a kritikák, visszajelzések? Mi a véleményed a magyar címről? Lehetett volna pl. „Agyi ritmusok” is, melynek nemcsak a hangulata, hanem a jelentése is egy kicsit más...

– Nem kért fel senki a megírására. Akkoriban az agyi oszcillációk szerepéről, jelentőségéről komoly újságokban csak ritkán lehetett cikket megjelentetni, mert nem ismertük az agyhullámok tartalmát. Pontosabban szólva, az e témán dolgozó kutatócsoportok munkája nem volt igazán összehangolt, mert egyik a Parkinson-kórral, a másik az epilepsziával, a harmadik az alvás problémáival küzdött. Többek között ez inspirált a kötet elkészítésére. 2000 nyarán Marseille-ben voltam tanulmányúton, ekkor kezdtem bele az írásba, ami a könyv megjelenéséig sok tévúton és próbálkozásban ment keresztül. Sokat olvastam hozzá például más tudományágak népszerűsítő irodalmából. Az is hosszú időbe telt, amíg összeállt bennem a kép, hogy miről is szeretnék írni, ami egyúttal újdonságnak is számít. És írás közben megint szembesültem azzal, hogy az ember mennyire nem érti azt, amit magyarázni kíván. Zömében repülőgépeken, repülőtereken írtam a könyvet. Ott ugyanis nincs e-mail és telefon, ami megzavarhatna gondolataimban, így hosszan lehet koncentrálni bármire.

Bevallom, a könyv sikeréről álmodni se mertem volna. Gondoltam, ha ezer példányt eladnak belőle, az már nem lesz ráfizetés. Arra tényleg nem számítottam, hogy egy kis Lotus sportautó kikerekedik belőle. (Már nincs meg, Manhattanban főleg kerékpárral közlekedek.) A lelkes olvasók között főleg pszichiáterek, mérnökök és modellezők vannak, de a hindu vallás híveitől is – akik hisznek a minden valóság ritmusában – kapok érdekes visszajelzéseket.

A cím valamelyest Simon és Garfunkel „Rhythms of the Saints” fantasztikus számával rimel. A magyar cím: Az agy ritmusai, tényleg nem adja vissza ezt a plusz kicsengést.

– *Egy nem is olyan régen készült interjúban azt mondtad, következő életedben építész leszel. Milyen egyetem-kutatóintézetet építenél, ha felkérnének? A pénz nem akadály!*

– Eléggy gyakorlatis ember lévén tudom, hogy a pénz és idő mindig bekalkulálódó akadályok. Realitás nélkül pedig a tervezetés nem sokat ér. Minden intézménynek valamilyen célja kell, hogy legyen. Hozzám a felfedező tudomány áll a legközelebb. Ebben a közegben a legfontosabb, hogy szabadságot adjunk bármilyen fajta ötletnek, kísérletnek. A felfedező tudomány lényege, hogy olyan utakat nyit meg, amelyeket senki előre meg nem álmodott, de amikor feltárul, a jövő egyik legfontosabb iránya lehet.

Jó példák erre az ún. nanoanyagok, a flexibilis, az organikus elektronika, vagy a mai fizika talán legizgalmasabb kérdése, a kvantum-összefonódás problémája, melyeket mind valamilyen ’vad’ kutatás alapján fedeztek fel. Az ilyen típusú kutatóintézetnek talán legszebb példája az egykori Bell

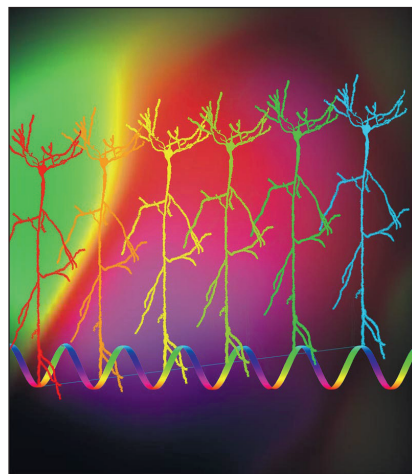
Laboratórium volt, ahonnan tucatjával kerültek ki a Nobel-díjas felfedezések. Köztudott dolog, hogy a felfedezéshez vezető út mellett rengeteg vakvágány van, amit előre be kell kalkulálni. A tudományban azt a legnehezebb eldönteni, hogy amikor falnak ütközünk, annak megnyitása reményteljes-e a létező eszközökkel, vagy bölcsebb dolog egy új probléma megoldásába kezdeni. A felfedező tudós legfőbb jellemzője, hogy ha egy nagy áttörés sikerül, gyorsan egy másik probléma megoldásába kezd. A részletek kidolgozását másoknak hagyja. A kívülállók számára ez persze nehezen érthető. Miért nem folytatja és 'fejezi be' például egy agykutató eredeti felfedezését? Például, hogy az agyi ritmusok elemzése kézzelfogható orvosi diagnosztikai eszközként kerülhessen használatba? A válasz az, hogy azért, mert ezek a lépések egészen más személyiséget, motivációt, felkészülést és közeget követelnek. Sokkal hatásosabb a munkamegosztás, ha ezeket a további lépéseket a gyakorlat felé arra jobban felkészült és motivált egyének végzik el.

Ha viszont egy intézmény vagy program célja a felfedezések gyakorlati hasznosításának megvalósítása, akkor ezt egészen más módon kell szervezni és irányítani, mint egy felfedezésen alapuló csoport munkáját. A nagy projektekből, mint például a Manhattan, Apollo vagy a humán genom projektek, nem kellett semmi alapvetően újat kitárlani, csak nagy pénzekkel megszervezni a fontos részletek kibontását, és a munka tervszerű, előre meghatározható tempójú menetnek összehangolását. A humán genom projektben a pénz oroszlánrészét a technikusok, a szervezők és a kiszolgáló személyzet fizetésére fordították, illetve műszerek vásárlására és fenntartására költötték. A meglevő ötletek gyakorlatba átültetése anyagi ráfordítással sokkal egyszerűbb, mint új felfedezéseket tenni. Tegyük fel, hogy egy csapat briliáns kutatót bezárunk egy épületbe, és azt kívánjuk, hogy öt éven belül álljanak elő az Alzheimer-kór gyógyításának módszerével. A kellő külső motiváláshoz minden anyagi forrást megadunk, de a sikertelenséget halálbüntetéssel sújtjuk. Ez a stratégia szinte garantáltan csak tudósok tetemeit fogja produkálni. A jó kutatók belülről motiváltak, a kíváncsiság sokkal erősebb mozgatóerő, mint bármilyen jutalom vagy büntetés általi befolyásolás.

– *Kutatócsoportokban igen sokféle tudományterületen jártas, kiváló képességű és céltudatos kutató dolgozik együtt. Mit tapasztaltál, mennyire tudnak, mennyire akarnak tanulni egymástól?*

– A megismerés vágya hihetetlenül erős motiváló tényező. Csoportokban vannak matematikai, fizikai, mérnöki, pszichiátriai, neurológiai, számítástechnikai, anyagtudományi és molekuláris biológiai háttérrel rendelkező fiatalok. Az egymástól

való tanulás bevált módszer. Pécsi éveimet leszámítva, nekem sohasem volt technikumos vagy labormenedzserem, mindent mi magunk csinálunk, a számítógépes hálózunk tervezésétől és fenntartásától az egerék genotípusának meghatározásáig. Mindenkinek van valamilyen közösségi feladata (pl. a hálózat ellenőrzése, sebészeti műtő vagy a műhely rendben tartása, anyagok, eszközök rendelése, szemináriumok, ún. „journal club”-ok szervezése, honlapunk fenntartása stb.). Így egy kicsit mindenki felelős a többiek sikeréért, és egyúttal egy kicsit főnök is valamiben. E rendszernek vannak időnként hátrányai, hiszen mindig előről kell kezdeni mindent, amikor a diákok, posztdoktorok hullámokban elmennek, de nagy előnye, hogy mindig ugyanazon, egy fiatal korosztály „friss agyaival” tudok dolgozni és gondolkodni. A laborok mellett van egy nagy közös szobánk, itt van mindenkinek az íróasztala és számítógépe. Ez az elrendezés segítette leghatásosabban az egymástól való tanulást. Ha egy érdekes vita alakul ki két-három labortag között, elkerülhetetlen, hogy



Az időbeni koordináció az agy egyik legfontosabb tulajdonsága, ami a különböző agyi ritmusok összehangolásával érhető el. A kép szimbolikusan mutatja, hogy a theta-hullámok minden fázisát kihasználják a sejtegyüttesek, ezzel precíziós időzítést érnek el (Harris, Henze, Hirase, Leinekugel, Dragoi, Czurkó, Buzsáki Nature. 2002 417:738-41)

valami új ötlet ne jöjjön valaki mástól is. Fantasztikus figyelni, hogyan válnak így két-három év alatt a különböző háttérű emberek „bona fide” agykutatókká.

Minden nap együtt ebédelek a csoportom egy részével. Ez önkéntes csoportosulás, a témák spontán vándorolnak a kutatók gyerekeinek óvodai problémáitól az éppen megjelent fontos cikkekig. Két motívum van. Az első: nem számít, hogy honnan

jöttél, a lényeg az, hogy merre tartasz. Ez vonatkozik nemre, világnézetre, származásra is. A másik: ha keresel, lehetetlen, hogy ne találj valamit. Az idegtudomány luxusa, hogy telis teli van feltáratlan területekkel.

– *Huszonhárom éve, Bécsben hallottalak először előadni. Még a lépcsőkön is ültél. Ez év januárjában, a Magyar Idegtudományi Társaság konferenciáján is teltházas előadásod volt, s érezhető volt, hogy azt akartad, ne csak hallgassák, élvezzék, hanem értsék is, amiről beszélsz. Mikor vagy elégedett egy előadás után? Milyen visszajelzésekre vágyasz?*

– A lépcsőkön ülök biztosan a következő előadásra vártak, vagy kint esett az eső! A tudomány ereje abból fakad, hogy mások is megértik. Grastyán mesteremtől tanultam, hogy mindig többet ér, ha a hallgatóság az előadásról valami új dolog megértésével távozik, akármilyen kicsi is az, mint hogy ámulattal hallgat végig bennünket, ám fogalma sincs arról, miről is volt szó. A tudomány komplex, borzasztóan részletdús, és nagyon nehéz egyszerűsíteni a tények és konklúziók kifacsarása nélkül. Ez a mi területünkre talán kiemelten is vonatkozik, hiszen az agy dinamikájának leírása egyszerűsített állóképekkel nagyon nehéz, a metaforák pedig mindig sántítanak. Nagyon is tisztában vagyok azzal, hogy milyen sokan, és milyen sokáig érezték azt, hogy talán nem teljesen hülyeség az, amiről beszélek, de egy kukkot sem értettek belőle. Ezek az őszinte visszacsatolások nagyon fontosak. És ne feledjük, hogy a nagy felfedezésekről sokkal könnyebb beszélni, mint a kicsikről. Viszont az előbbiből csak egy, esetenként kettő jár ki a kutatónak egy emberöltőben. A „gratulálok, szuper volt” megjegyzések még az egónak is kevésbé jutalmazók, mint azok a kérdések, melyektől eláll az ember lélegzete.

– *Szentágothai János legnagyobb felfedezése, az agykéreg moduláris szerkezetének meglátása, megértése nem fog elévülni, mondtad egy régebbi beszélgetés során. Mit gondolsz, felfedezéseitek közül melyik lehet elévülhetetlen?*

– Nem az a fontos, hogy a kutató mit érez, hanem hogy a tudományos értékelés időrostáján mi marad fenn. Egy-egy megfigyelés, ötlet többnyire sokkal később válik felfedezéssé. Johannes Kepler csak halványan emlegeti felfedezései között azokat, amelyek Newton által Kepler-törvényekké váltak. Sir John Eccles elévülhetetlen felfedezése a serkentő és gátló posztzsinaptikus potenciálok elemzése volt. Érdekes módon ő nem ezeket tartotta egetrengetőnek. És, hogy felfedezéseink közül melyik lehet elévülhetetlen? Nem tudom. De azt igen, hogy én mindig a legutóbbi „találatunkért” lelkesedem a legjobban.

Az interjút készítette: KITTEL ÁGNES

KOMLÓSSY GYÖRGY

A geológus és kalapácsa egyszer csak megnyugszik

Második rész

A Természet Világa 1998. évi különszámában „Bauxitföldtani kalandozások a világ körül – avagy volt egyszer egy kis gyerek úgy élt mint az istenek” című történeteimben elmeséltem, hogyan lesz az emberből geológus, ha már egyszer magyarnak született és hogyan jutottam el a világ öt földrészén közel kéttucatnyi országba bauxitot kutatni, technológiai kísérletekhez mintát venni, vagy megkutatott telepekről szakvéleményt adni. Akkor már éppen 60 éves voltam, de mint amolyan vásott, vén kölyök, szerettem volna még játszani, még csavarogni egy kicsit.

India, de még mindig nem utoljára

Északkelet-Indiában, a Maikala Range területén. Tipikus bazaltos vidék, öt-hét kilométer hosszú penepén felszínekkkel. Ott találkoztam törzsi közösségekben élő emberekkel, akik a hegyről jó, ha havonta mentek le a városokba a legszükségesebb dolgait (só, cu-



India (Ghandamardan): A bauxitlelőhelyek megközelítése időnként némi fáradsággal is jár

kor, liszt, petróleum) beszerezni. Naplemente. Sétáltam a hasig érő száraz fűben, egyszer csak jöttek az emberek hazafelé a munkából, színes ruhákban, a ringó csipőjű asszonyok fején a rézből készült vízfordó edényekkel, fáradtan, és boldogan, és énekszóval.

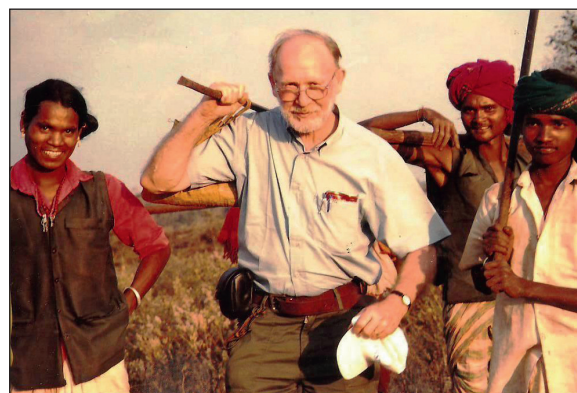
Fantasztikus találkozás. A BALCO (Bharat Aluminium Company) 2002-ben felkért, hogy tekintsem át az addig végzett kutatásokat, a jövőbeli kutatási lehetőségeket, de mindenekelőtt azt, hogy nyersanyagoldalon hogyan lehetne a korbai timföldgyárat (ami az Aluterv technológiájára épült a 70-es évek elején) gazdaságosabban üzemeltetni. Jó feladatnak látszott, örömmel vállaltam.

Ez a terület Chattisgarh Államban (Közép-Észak-Kelet India) van, bányáik Korbától pedig 150–200 kilométerre voltak. Rögtön nagy lelkesedéssel fogadták az idegent. Aztán meghívtak teára. Vissza ne utasítsam már! Láthattam, hogy az Isten az embert normálisnak teremtette, s ők ezt meg is őrizték.

Aztán mentek tovább haza az emberek, a lemenő nap sugara még visszaintett a rézedényekről, te meg csak ballagsz még tovább, kezdedben a kalapács, mész ki a peremre, ütöd a követ, az pattan, ott a szilánk a kezdedben, csak nézed, nézed, az meg mesél, be nem áll a szája. Megunod, eldobod, ütöd a következőt, hát az is csak mondja a magát: alak, anyag, folyamat, ahogy Vadász professzortól tanultad. Mert a kő az mesél, te geológus vagy, és érted. A világ boldogsága, 64 évesen.

Az a nagy, szent Oroszország

A SUAL és a RUSAL, két nagy orosz alumíniumipari cég egyesülni szándékozott. Ehhez mindkét cégnek a vagyontárgyait



India, Jamirapat plató: törzsközösségekben boldogan élő hegyi lakók között

(beleértve nyersanyagkészleteit) fel kellett mérni. Ezzel az ICF-Kaiser londoni irodáját bízták meg. Steve Coackley hívott magához geológusnak. Mentünk. 2003 tavasza volt. Nekem a szeveruralszki bauxitot, az acsinszki szienitet (Urál) a cseramjanszki kvarcitlelőhelyet (a Bajkálon túl, Burját Mongólia) és a timáni (Komi Autonóm Köztársaság) bauxitját kellett értékelnem. Orosz-angol tolmácsról gondoskodtak.

Két hónap alatt elég jól megismerhettem az oroszokat, elmondhatom, mint ahogy több egykori hadifogoly is elmondta, ha nem lettek volna oroszok, nem élhette volna túl a fogságot. Kiváló emberek voltak, ezek közül pedig a csúcs a szibiryák, a szibériai orosz. Örültem, hogy együtt dolgozhattam velük.

Oroszország nagy ország, aki csak térképről ismeri, el sem tudja képzelni. Órákon át repül a gép a tajga felett, itt-ott elszórva kis nyomorúságos faházak és csak erdő meg erdő. Ahogy az ember nyugatról kelet felé halad, úgy megy vissza az időben. Az Urálban Gorbacsov-éra van, attól keletre már Brezsnyev. Sztálinig nem jutottam el. Ugyanígy a vodka fogyasztása is növekszik: egységnyi mennyiség/fő/nap.

Szeveruralszkban több bauxitlelőhely van, ma már csak mélyművelés. A vietnami primér bauxittal analóg előfordulás. Így otthon érezhettem magam a témában. De

az, hogy csak drágán feldolgozható devon bauxitot ezer méter mélységig kutatták, azt már, ha látja is az ember, nehezen hiszi. Egy 800 méter mély aknába ereszkedtünk



India: az Udgiri bánya bejáratánál Banjara cigányasszonyok énekszóval, táncsal köszöntik a magyar geológust

le, ahol már modern gépeket alkalmaztak. Hogy mindez hogyan lehet így is gazdaságos, talány.

A hazai szocialista tapasztalatok ott aztán aranyat értek. A tárgyaláson kérdezte a főmérnöktől Steve, mennyi volt a fejtési veszteség 2002-ben. Borisz mondta, hogy nem tudja. „Hogyhogy nem tudja?” „Mert azt most Moszkvában tárgyalják.” Az a szegény angol majd elájult, egyszerűen fogalma nem lehetett arról, hogy a bányászati veszteség az nem annyi, amennyi, hanem annyi, amit a hatóság jóváhagy. Kértük a korábbi jóváhagyott számokat. Ott volt: terv 19%, teljesítés 18%. Világos, a tervet túl kellett teljesíteni. De az is világos volt, hogy olyan karsztos, egyenetlen környezetből, modern, nagy teljesítményű gépekkel ez lehetetlen. Mondtam is Borisznak: „Főmérnök úr, az önök fejtési vesztesége legjobb esetben 25%, de inkább 30%.” Borisz nézett, nézett és csak annyit mondott mozsno. (lehet). Hát világos, úgy kellett készletet számolni, hogy a hivatal által előírt fejtési veszteséget a termelés során produkálni lehessen. Ezt itthon mi is így csináltuk. Tudtam. Mikor a tárgyalásnak vége volt, kezét fogtunk és oda bökte: „Jurij malagyec” (kb. belevaló gyerek). Ezt úgy értelmeztem, hogy a becsült fejtési veszteség jó lehet.

Az acsinszki pirogén timföldgyártáshoz szienitet bányásznak. (Ez egy nagy alumínium-tartalmú mélységi magmás kőzet). Ez gazdaságos lehet, ha az energia ingyen van. Már a jelentést írtuk Moszkvában, amikor Steve megkérdezte: „Mondd George, láttál-e már szienitet egyáltalán korábban az életben?” „Hát persze.” „Hol?” „Tudod az egyetemen, a közettani tanszék folyosóján voltak a kőzetek vitrinben. A szienitek a középtájon lévő szekrény legfelső polcán voltak.” Jót ne-

vetett rajta. Aztán amikor a történetet később legendás memóriájáról híres Ság Lacinak elmesélem, nagyot nevetett és mondta: te, azok tényleg ott voltak. Persze, hogy ott voltak, másodéves koromban én segítettem Póka Tencinek vitrint takarítani, emlékeztem rá. Ezzel szemben az igazság az, hogy Ditróban (az anyai ősök szülőhelyén, Gyergyóban) láttam eleget.

Jöttünk autóval vissza, Irkutszk felé. Márciusban a Bajkál-tó még vastagon befagyva. Az út mellett ott a sok halásus. Valahol megálltunk, hogy sétáljunk is egyet a tavon. Ott már több autó állt. Meglátták a két idegent: „nu

tak, druzjami, kak gyalajtye?” (nos hát barátaim hogy vagytok?) – és már meg is hívtak ebédre. Az asztal a motorház teteje volt, melyet körbeálltunk. Majd a damaszt Pravdából füstölt halat szedtek elő. Ez volt az ebéd, vodkával. Jókedv, bratyzis meg ocseny bolsaja ruszkaja dusa (az a nagyon nagy orosz lélek). Engem, mint egykori tábor-tagot, az 50–100 szóból álló oroszstudásomat nagyra becsülték (nem úgy, mint volt orosz tanárait, akik rendre kettést adtak), jókedvükben nagy nevetések között veregettek hátba, és amit nagyon szeret-

Aztán elmentünk fel Komiföldre is, a sarkkör közelébe, a timáni bauxittelepek felértékelésére, én még rokonlátogatába is. Ott ilyenkor hideg van. Elmentünk a működő bányát megtekinteni, a gépkocsi várt ránk vagy két órát, a motort meg nem állították le, nehogy az újraindítással vesződni kelljen. Március 9-én meg nőnap ünnepség. Micsoda műsor! Volt ott aztán keringő, tangó, rock and roll. Ott volt egész ifjúságom táncczenéje. Aztán a rokonok – mert ezt tudták – még vadászatra is hívtak, meg halászatra. Ez viszont elmaradt. Vissza kellett menni Moszkvába. A fene egye meg!

Moszkvában jelentésírás. Julian Clark, a főnök szólt, hogy adjak egy rövid összefoglalást, mondjuk úgy négy oldalban. Mentem meggyőzni: „Julian, négy oldal az oroszoknak nem lesz elég, én tudom.” „George, légy szíves, négy oldalt.” Aztán meg egy nekifutás.

Megint visszapattantam. Jó. Készítettem egy négyoldalas variációt és egy tízoldalas is. Odaadtam neki: „Na figyelj, itt két változat van, ha az oroszoknak nem elég a négyoldalas, vedd elő a tízoldalas.” Julian megjön a tárgyalásról, a geológiát a tízoldalas részletességgel elfogadták, meg még Peter Mizeraét is, aki lengyel származású Ausztráliában élő, szintén amolyan ex-bolsevista szakértő volt. A többi hiánypótlásra visszadobták. Julian, az angol úr, diszvacsorát adott nekünk a szállóban. Jó volt az a szocialista előélet, még lehetett használni. Jöhettem haza. De néhány nap múlva érkezett egy csomag, benne egy darab csiszolt rapakivi gránit lap. A szálloda éttermének asztalain forró edények alátéte gyanánt szolgált. Tudta, hogy ez nekem nagyon tetszik. Mondtam, hogy már loptam is volna egyet, de egy magyar az oroszától azért csak ne lopjon már. Valahogy szerzett egyet és DHL csomagban elküldte. Egy angol úr, ő meglehet.

Szaúd-Arábiában nyáron meleg van

Nagyon. 45 fok árnyékban. Igen, de az egész országban nincs árnyék. René Fealdantól (MA'ADEN – Rijád) 2003-ban kaptam egy telefont, hogy mennék már ki és adnék szakvéleményt az ottani bauxittelepekről. Később kiderült, hogy Smith Campbell ajánlott oda, akivel Conakryban találkoztam és mint írtam, erre minden oka megvolt: hisz Gyuri bachinak iker unokái születtek 6,3 kilogrammal. Ő dél-afrikai volt, legalábbis akkor. Alumíniumipari fejlesztésekkel foglalkozott a világban mindenütt, ahol tudott. Legutol-



Az a nagy szent Oroszország. Útban Jekatyerinburgból Szeveruralszk felé

só hírem róla, hogy a kínaiaknak dolgozik. Igazi vagabund.

Rijádba Dubajon keresztül érkeztem. Dubajban majd egy napot töltöttem. Pócsék egy hely. Egyetlen gyalogos ember nincs az utcán. Csak hűtött kocsikkal közlekednek, hűtött helyiségekben laknak. Kivétel persze a pakisztáni és szudáni munkás, aki az utakon, épületeken dolgozik. A

geológiai jelentéseket, nehogy már tétlenül maradjak, megküldték a szállodának, hogy addig is tanulmányozzam azokat. Ezt úgy kell megoldani, hogy lemész az úszómedencébe, beállsz a vízbe nyakig, a partra kiteszed, és ott lapozgatsz, nézegeted, állva. Néhány órát ki lehet így bírni.

Amikor beléptem a királyságba, hiába volt vízumom, még egy nyilatkozatot alá kellett írni, hogy tudomásul veszem, drogkereskedésért és erőszakos nemi közösülésért a jeddai hóhér lecsapja a fejem. Minthogy az erőszakot, különösen a szerelmi életben, addig sem gyakoroltam nyugodtan aláírtam. Másnap reggel találkoztam René Fealdannal, aki Fülöp-szigeteki (filippínó) volt és ausztráliai vasércbányászatban járatos mérnök. René egy charmeur volt, pompás angoltudással, kellemes humorral.



A Bajkál-tó. Miután az újságpapírba csomagolt füstölt halat megettük jól esett a vodkázás

Folyamatban volt ott egy részletes kutatás, melynek megbízhatóságát kellett ellenőriznem. Az alkalmazott fúrási technika – amit René vezetett be és amivel nagy területet már felfúrtak – teljesen alkalmazatlan volt arra a bauxitra, amire azt alkalmazták. Ezzel a technikával fúrt készleteket nem fogadhattam el. Véleményem őt személyében sértette. Köztünk a kapcsolat derűről borúra vált. Ez érthető volt, mert a bányanyitáshoz a MA'ADEN csak úgy kapott kölcsönt a banktól, ha a készleteket egy független, és ilyen munkára nemzetközileg elfogadott szakértő elfogadja.

Végül azonban céget mégis csak szerződtette René. A feladat az volt, hogy kellett egy földtani térkép, másrészt pedig egy próbabánya, amitől René a kutatás megbízhatóságának igazolását várta. Erre a munkára kötöttünk is egy szerződést. Volt is erre nekem két derék geológus kollegám, Sanyi a bányához (ő a Bakonyi Bauxitbányánál csiszoló-dott) és Zsolt a geológiai térképezéshez.

Július volt. Hat liter vizet ittunk egy nap. A vizet úgy kell inni, hogy nekitámaszkodsz az autónak és felhajtod. Támaszkodni azért kell, mert ha ezt elmu-

lasztod, már attól is beajulsz a homokba, hogy hátra hajtod a fejedet. Ez velem megtörtént. Igaz, csak egyszer. Ne kelljen az arabnak jönni és talpra állítani, mégis csak snassz!

A két komával megegyezvén vissza is mentünk. Együtt dolgoztunk egy hétig, ahol egy Qiba nevű oázis pompás szállásán laktunk. Aztán amikor minden rendben volt, kezét fogtunk és én jöttem vissza.

Néhány nap múlva hajókázom a Boszporuszon, gyönyörű idő, enyhe nyári szellő, pipázás a fedélzeten, a török töltegeti a teát a csészébe. Nagyon elégedett voltam, micsoda prima üzletet kötöttem, két kollegámnak jó fizetéssel jó munkát szereztem, egyszerűen el voltam magamtól ragadtatva. Nem tartott sokáig. Telefon. Az arabok hívtak. A két magyar összeveszett. Nem tárgyalnak egymással. Az égő pipámat kis

híján lenyeltem. Tengerbe vetem magam, gondoltam. Ez itt a vég, egy nemzetközi szerződés mögött két, a maga nemében pompás ember elkezd gyilkolni egymást. Qibában, az oázisban, kétezer kilométerre a Boszporusztól. Na, most vége a világnak! Mit tegyek? Istenem, mondd már meg, mit tegyek!

Az ima meghallgattott. Felhívtam Sanyi feleségét. Elmeséltem, mi a helyzet. Mondta, jól van, azért ő tudja, hogy Sanyi is megéri a pénzt, kérte, hogy bízzam rá, majd rendezi. És mi történt? E-mailen, telefonon, de valahogy rendezte. Majd később jelentette, hogy a két ember megállapodott: csak szakmai dolgoknak tárgyalnak egymással. Aztán Sanyi és Zsolt elvégezte a feladatát. Megkaptam a térképet magyarul szöveggel és a próbabánya eredményét, kifogástalan minőségben. Hozzá kell tegyem, hogy a próbabánya és a kutatási eredmények, mint ahogy az várható volt, köszönőviszonyban sem voltak egymással.

A légből kapott bauxitkutatás: amikor az embert már azért fizetik, hogy ne dolgozzon

A világ megkutatott és reménybeli bauxitvagyonát legutóbb úgy 70–80 milliárd tonnára becsültem (Bárdossy 1989: 54 milliárd). A jelenlegi termelési ráta 270 millió tonna/év. Így ez a nyersanyag elvileg 250–300 évig lenne elegendő. Igen, de ebből jó, ha 20–25 milliárd érhető el a telepek értékét meg nem haladó költséggel járó infrastruktúra fejlesztése nélkül. A világ nagy termelői között állandó harc folyik



Tayan bauxitkutatás. A 0,6 x 1,2 m-es szelvényben 6–8 méterre lemélyített aknában dolgozni csak arra szabott méretű munkásokkal lehet

kedvező helyzetben lévő új területek megszerzésére. Ehhez geológus kell.

Vancouverben, 2003-ban, a Rio Tinto évvértékelő beszámolóján Albanes úr, a vezérigazgató megemlítette, hogy bizony most bauxitához értő szakember kellene, de nincs. Ahogy később elmesélték: David Cliff és Iain Scarr geológusok odamentek. Mondták, mi tudunk egyet. Amilyen szerencsém volt, hát nem engem tudtak... Az egyiket az arany-, a másikat a bórkutató-szában segítetttem, de tudták rólam, hogy a szerelem az nálam a bauxit.

Röviddel később kaptam egy megkeresést egy Dave Andrews nevű geológustól (Rio Tinto Project Generation Group, Melbourne, Ausztrália), hogy találkozzunk Caracasban. A cég ott egy timföldgyár ötletét vizsgálta. Kellett volna nekik vagy 200–300 millió tonna bauxit, jó megközelíthetőséggel. Mentem. Csatlakozott hozzánk egy ecuadori koma és helikopteres terepbejárással végigkutatattuk a Guiana-pajzs nyugati peremét az Orinoco folyó mentén.

Leszállunk, néztük a térképet, a morfológiát, mi legyen a következő hely a leszállásra. A főnök mutatta, odamentünk és leszálltunk. Feltűnt, hogy mindig ott szálltunk le, ahol én is tettem volna. Nem gondoltam volna, hogy ez a mentális harmónia egy évtizedes közös munka előhírnöke. Néhány leszállóhelyről is kellett gondoskodni. Az indiánt felvittük a géppel, megmutattuk neki a helyet, néhány nap múlva elkészült a tisztás. De hogy hogyan találta meg azt a helyet, amit mi felülről mutattunk, az már maradjon a természeti népek tudománya.

Jött aztán Arild Larsen is (Norsk Hydro, Oslo). Geológus kellett neki Indonéziába. Siklósi Péter, volt Aluterv-es timföldtech-

nológus jóvoltából engem talált meg. Meg is hívtak, én meg bemutattam, hogyan lehet távérzékeléssel bauxittelepeket találni. Meg is kaptam a felkérést, menjek el Indonéziába, Nyugat-Kalimantan szigetére. Ott van megkutatott terület, nézzem meg, hogy van-e bauxit a foglalt területeken kívül. Jött velem Dominique Butty, svájci geológus is, akinek több mint húsz évvel korábban a suriname-i készleteit vizsgálgattam. Dominique ezt tudta rólam, mégis barátsággal találkozunk. Nem cso-



Venezuela. Bauxitkutatás levegőből. Így, persze, könnyű a hegyeket járni

da, volt min jót nevetni. Aztán megbeszélünk az egyéni vállalkozás nehézségeit is. Arra a megállapításra jutottunk, hogy az egyéni vállalkozó olyan, mint a rosszlány, mindenkinek dolgozik, de nem szajha, mert akinek egyszer már dolgozott, annak az adataira, amit e munka során szerzett, vigyázni kell. A meghatározás pontosan így szól: „*the independent consultant is a prostitute, but not a whore*” Csak persze a megszerzett tapasztalatokat, tudást viszi magával tovább újabb és újabb cégek szolgálatában.

Akkoriban Budapestről még Jakartába is Ausztrálián keresztül utaztam. Főnököm tudta, hogy miután elmegyek tőlük a Norsk Hydro-nak fogok Indonéziában ügyeskedni. Mindketten éreztük, hogy ez nem fenntartható helyzet. Lehetetlenség, hogy az embert jól tartják, megbecsülik, már első osztályon utaztatják, jó szállásokon tartják, tutujgatják, szeretgetik, aztán kezét fogják, még meleg a kéz, amikor már azok ellen kezd el dolgozni, akik olyan jól tartották. Ezért kitalálta, hogy következő évtől kezdve (2007) megemeli a napidíjamat és szerződésileg biztosít évi hatvannapi munkát, de kizárólagosan csak nekik dolgozhatok. „Retainer geologist”, azaz fenntartott geológus lettem. Ezt én úgy fogtam fel, hogy most már azért fizetnek, hogy ne dolgozzak (másnak). Ezt már meg is érdemeltem, mert

volt olyan, hogy dolgoztam és nem fizettek, aztán még olyan is, hogy dolgoztam és fizettek, ez a variáció még nem volt.

Következő feladatomban a Guiana-pajzs mintegy 2 millió km²-nyi területének bauxitfeldolgozási felmérése volt. Akkor már a GIS (Geographical Information System) szakember Pataki Robi lett, szintén a FÖMI áldozatkész szakembere. Robi, vidéki gyerek lévén, már korán megtanulta, hogy csak akkor mehet Tápiószőlőre Gödöllőre az egyetemre, ha otthon előbb megfűti a teheneket. Különben a tehenek bögnének. Tudta, hogy minden feladatot pontosan határidőre kell elvégezni, mert akkor Gyuri bácsi bög. Roszszabb, mint a tehenek.

Elkészültek a térkép-sorozatok, magyarázó szöveggel együtt, repültem Melbourne felé, amikor Hongkongban csengettek, azaz szembesültem azaz a felismeréssel, hogy „Komlóssy fiam, hát te hülye vagy”. Melbourne-ben ott várnak az irodában a szép színes térképeim kiterítve, csillognak a szemek, tetszik a fiúknak. Pedig akkor be kellett volna

lanom, hogy amit addig nekik csináltam az „a heap of shit”. Nagy zavar, ez a stílus a civilizált világban ismeretlen, nekem már elnézték. „Mi a bajod velem?” „Hát az, hogy a Roraima homokkő, ami óriási kiterjedésű sík felületű formákkal jelentkezik (Tafel Berg), nem lehet bauxitos, mert tömör. Impermeabilis, nincs lecsapolás, nincs bauxit.” „Na jó, meg tudnád ezt nekünk úgy is csinálni, hogy jó legyen?” „Persze, meg is csinálom.” Nem vonták el a napidíjamat, a szemét munkát épp úgy kifizették, mintha jó lett volna. De ha már ott voltam Ausztráliában, kértem a főnökömet, hadd menjek el Weipába, a világ egyik legnagyobb bauxitbányájába, ami ott van a kontinens másik felén, északon, az ausztrál nyuszifülek egyikén. Elmentem tanulmányútra.

A Rio Tintonál a biztonsági és egészségügyi szabályok betartását igen keményen megkövetelik. Nincs mellébeszélés. Elmentünk az Iwakurama Nemzeti Parkba (Guiana középső része) az Essequibo folyó partjára. Kirándulás a folyón, motorcsónakkal. „George vedd fel légy szíves

a mentőmellényt.” „Mi a fenének? Tudok úszni.” „No, vedd már fel légy szíves!” „Miért, jó ez a krokodilok ellen?” – tesztelvé a fiú idegeit. Kezdték egyre feszültebbé válni. „No és a piranhák ellen?” Kb. eddig bírta. Éreztem, abbahagytam. Mentünk és gyönyörű volt az őserdővel borított hegyek között a vízen száguldozni.

Guianába aztán megint visszaküldtek. A világ egyik legérzékenyebb természeti csodája. Az volt a feladat, hogy a korábban kutató Pakaraima bauxitjáról felmérést adjunk. Mowsonnak kettős feladata volt, egyrészt gondoskodni kellett az út megszervezéséről az érkezés pillanatától a távozásig az országon belül, ahogy ma mondják, a logisztikáról. Szállodáról, fogadókészségről, segédmunkáról. Magyarán mindenről. Ebbe az útba Helio Morales brazil geológust is bevonták. Georgetownból bérelt négyszemélyes repülővel utaztunk a terepre egy falucsukába. Jellemző módon mi arra addig nem szállhattunk fel, míg az USA-ból hívott műszerész át nem vizsgálta és biztonságosnak nem találta. Az volt. Mehetünk.

Mentünk az erdőben, kezükben a dzsungelkés, vágják a liánokat, pont úgy, ahogy azt filmekben láthattuk. Mindenütt óriási fák és sötét. Erre az alkalomra nekünk valamilyen fényvisszaverő zubbonyt is kellett venni, amin csikok világítottak. Egy igazi dzsungel, akkora lármával, hogy annál nagyobb már csak legfeljebb a Sziget



Guiana. Jobban esik a falat, ha csak egyedül esznek

Fesztiválon lehet. De ez más. Ez a természet csodálatos fesztiválja. Szóval mentünk, egyszer csak elfogyott minden út, ösvény. Mowson elővette a GPS-t nyomogatta, próbálta megtudni, merre vagyunk. Az indán meg körbenézett, elindult egyedül, ide csapott, oda csapott, 5–10 perc múlva jött, hogy mehetünk. Megtalálta a csapást. Erre „civilizált” ember képtelen lett volna. ●

A cikk harmadik, befejező részét a júliusi számunkban közöljük.

BREZSNYÁNSZKY KÁROLY

William Smith, „Az angol geológia atyja”

William Smith 1815. augusztus 1-jén mutatta be hivatalosan új, egész Angliára, Walesre és Skócia déli szegélyére kiterjedő földtani térképét. Smith életrajzírója, Simon Winchester így jellemzi a művet: „A térkép, ami megváltoztatta a világot”. A térkép valóban korszakos jelentőségű, a világon az első, egy egész országra kiterjedő, földtörténeti szemléletű geológiai térkép. Smith több évtizedes terepi megfigyeléseinek, munkájának alapulva, saját intuícióit követve, előzmények és példák nélkül alkotta meg művét, amit a digitális korig terjedő modern tematikus kartográfia kiinduló pontjának is tekinthetünk. Az Osztrák Birodalomról, benne Magyarországról, az első hasonló jellegű földtani térkép 1867-ben készült, a bécsi földtani intézet (Geologische Reichsanstalt) irányításával.

William Smith Anglia nyugati részén, az Oxford megyei Churchill településen született 1769. március 23-án. A közeli város, Bath langyos forrásai miatt a rómaiak korában már ismert fürdőhely volt, a környék dombjait pedig ősmaradványokban gazdag, a középső-jura rétegtan kulcsfontosságú kőzetei építik fel. Apja kovácsmester volt, tagja annak a konzervatív, dogmákba merevedett XVIII. századi angol társadalomnak, melyet fia felfedezései és teóriái is segítettek felrázni a század fordulóján. Smith-nek alacsony rangú származása élete során számos nehézséget okozott, mind munkásságának elismertetése, mind megélhetése terén. Apja korán meghalt, anyja, majd nevelőapja gondoskodott róla.

18 éves korától földmérő mérnöki képzésben részesült Oxfordban. Jó választás volt, mert a földmérő mérnökök iránt nagy volt a kereslet, az ipari forradalom éveiben ugrásszerűen megnőtt az út- és csatornaépítések száma. Ez a pálya hozza kapcsolta őt a természeti környezethez, megtanulta a domborzat, a terepi megfigyelés alapelemeit, elsajátította az irány-, a távolság- és magasságmérés eszközeinek használatát, a megfigyelések rögzítését jegyzőkönyvekben, rajzban és írásban, a rajzi anyagok színezésének, kicsinyítésének, nagyításának módját. Mindezzel olyan rajzkészséget



William Smith (1769–1839)

szerezett, ami későbbi munkái során nagyon hasznosnak bizonyult, és élete fő művének megalkotásában meghatározó szerepe lett. Tanulmányai közben is sokat utazott, naplót vezetett, jegyzeteket készített, ezekben kiemelt jelentőségűek megfigyelései a természetéről, a domborzati viszonyokról, a természetben található kőzetekről.

Ezek az utazásokon alapozta meg a későbbiekben hatalmasra duzzadt kőzet- és ősmaradvány-gyűjteményét. Az ősmaradványok gyűjtése a korabeli, középosztályhoz tartozó angolok körében egyre elterjedtebb szórakoztató időtöltés volt, anélkül, hogy a gyűjtők tisztában lettek volna a kőzetek és a maradványok földtörténeti jelentőségével. A gyűjtés szempontját az egyes darabok egyedisége, különleges alakja és szépsége jelentette. Bár az 1700-as évek elejétől az emberek már egyre inkább elfogadták, hogy a kőzetekből előkerült fossziliák egykor élt élőlények maradványai, azt azonban, hogy ezek a földtörténet dokumentumainak számítanak, még egy-

általán nem tudták. Smith gyűjtési szempontjai különböztek az átlagtól. Rögzítette, hogy a maradvány hol és milyen kőzetből került elő, és gyűjteménye polcain abban a rendben tárolta a mintákat, ahogy az azokat bezáró kőzetek a természetben előfordultak. Mai szóhasználatnál azt mondhatjuk, hogy az ősmaradványok tárolásánál követte a rétegtani sorrendet, és ezt minden korábbi gyakorlattól eltérő, előremutató, a rétegtani kutatásokat megalapozó mozzanatnak tekinthetjük.

A Somerset megyei High Littleton szénbánya tulajdonosa 1791-ben alkalmazásba vette az akkor 22 éves Smith-t. A szénbánya – mai ismereteink szerint – három tagozatba foglalt telepei a földtörténet felső-karbon időszakában,

310–290 millió évvel ezelőtt keletkeztek, és a későbbi hegységképző mozgások a telepeket erősen meggyűrtek. Smith, a fiatal földmérő mérnök a bányában megfigyelte a rétegek egymásutánjának törvényszerűségeit, rögzítette a rétegek helyzetét, a vízszintes településtől való eltérést, a rétegek dőlését, a gyűrődéseket. A geológia olyan tudomány, ami a háromdimenziós tér jelenségeinek megfigyelését, és a két-dimenziós síkban való rögzítését igényli. Figyelme arra is kiterjedt, hogy a bizonyos ősmaradványokat tartalmazó rétegek mindig ugyanabban a sorrendben követik egymást a rétegsorban. Szorgalmasan bejárta a bányát, észleléseit rajzokban, jegyzetekben rögzítette. Még semmit nem tudott arról, amit ma földtörténetnek, rétegtan, fáciesnek, a kőzetek keletkezési körülményeinek, idejének ismerünk. *James Hutton* skót természettudós, akit a modern geológia „atyja”-ként emlegetünk, csak néhány évvel később, 1795-ben jelentette meg Edinburgh-ban „A Föld elmélete” (Theory



Smith földtani térképe 1815-ből

of the Earth) című kétkötetes könyvét. A mű alapvetően forradalmasította a Föld korára, a geológiai folyamatok, a lepusztulás, a felhalmozódás földtörténeti állandóságára, a belső erők működésének változatlanúságára vonatkozó nézeteket.

William Smith születési éve (1769) az angol ipari forradalom kezdete. James Watt ebben az évben szabadalmaztatta gőzgépet, melynek meghajtó erejét a nyugat-angliai szénbányákból kikerülő köszén biztosította. A vasyártásban, a bányákban és az ipar más területein rohamosan terjedt a gőzgépek használata, ezzel párhuzamosan nőtt az igény az alapanyagok, a vasérc és a köszén kitermelése, az ipari üzemekbe szállítása és feldolgozása iránt. A nagy tömegű nyersanyag és a feldolgozott termékek szállítása azonban nehézségekbe ütközött. A XVIII. század végi Anglia úthálózata nem tudta kielégíteni a megnövekedett igényeket, az állati erővel történő áruszállítás lassú, és korlátozott kapacitású volt. A közutak állapota McAdam találmányának, a szilárd, tömörített felületű úttest építésének bevezetését követően javult a századforduló táján. Addig azonban az áruszállítás a vízi utakra terelődött. A természetes vízfolyások hasznosítása mellett a mesterséges vízi utak jelentették a megoldást. A bányáktól a feldolgozó üzemekig a szén, a vasérc és egyéb nyersanyagok uszályokon történő szállítása gyorsabb és olcsóbb lett, és ugrásszerű-

en növelte a szállítható áru mennyiségét. Az ipari üzemekben előállított árut távolabbi piacokra, biztonságosabban lehetett eljuttatni a vízi utakon. Az olcsó szállítás büvöletében egyre több vállalkozó, befektető és tervező gondolta, hogy a csatornák fogják jelenteni a jövő gyorsforgalmi útjait. Valóságos csatornaépítési láz tört ki Angliában, szigorúan szabályozott formában, mivel parlamenti jóváhagyás kellett egy-egy új csatorna megépítéséhez.

A csatornaépítési láz Smith pályájában is fordulatot hozott. A szénbányában szerzett tapasztalatai alapján új megbízást kapott, egy új szállítási útvonal, egy csatorna, a „Somerset Coal Canal” építésének felügyelője lett. Ahogy a neve is mutatja, a csatornát elsősorban a Somerset megyei, közeli bányákban kitermelt szén szállítására tervezték. A csatorna Bath városától délre Paultonnál indult, és észak-északkelet felé az Avon folyóig húzódott mintegy 21 km hosszúságban, ott csatlakozott a már kiépült, Londonig és a tengerparti dokkokig húzódó szállítási útvonalhoz. A csatorna nyomvonalában meglévő szintkülönbségeket zsilipekkel hidalták át, és a csatorna egy rövid szakaszát

kőzetanyag, annak szilárdsága, megmunkálhatósága, vízzel szembeni viselkedése, vízzáró vagy vízáteresztő volta. Smith naponta kilovagolt a munkálatok helyszínére, és méterről méterre vizsgálta a csatorna nyomvonalába eső kőzeteket, abból a gyakorlati célból, hogy a csatorna ásása közben milyen nehézségeket kell az építőknek leküzdeniük. Ez a gyakorlati szemlélet későbbi munkáiban, országos földtani térképe megalkotásában is tetten érhető. A térképen szereplő képződményeket, kőzeteket fizikai tulajdonságaik és felhasználási lehetőségeik szerint is minősítette. A nagy múltú Londoni Földtani Társulat (Geological Society of London, 1807) – aminek akkori vezetői mellőzték Smith meghívását az arisztokratikus kör tagjai sorába – később „William Smith Emlékérmet” alapított kiemelkedő alkalmazott és gazdasági geológiai munkák jutalmazására.

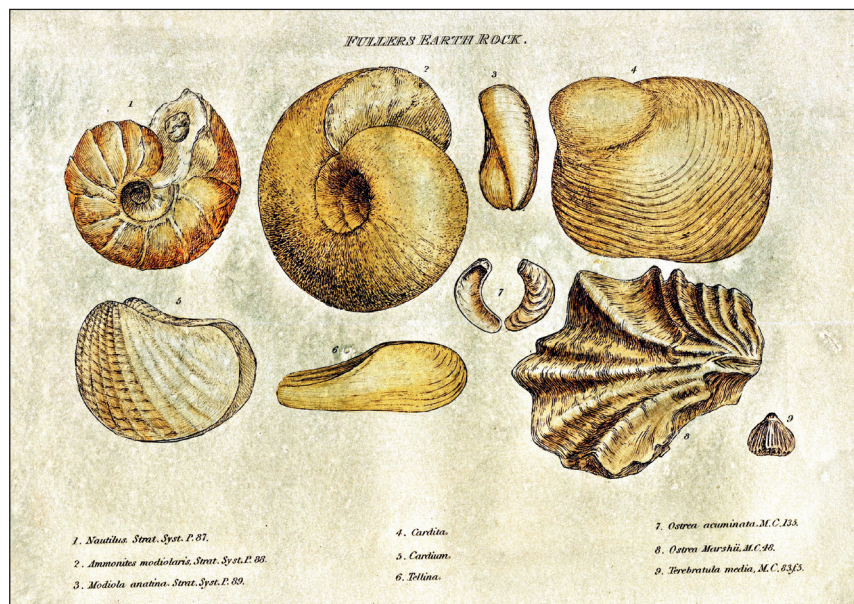
A „Somerset Coal Canal” mintegy hat hónapi kemény munkával elkészült. Smith részletes terepi megfigyelései alapján rendszerezte kőzet- és ősmaradványgyűjteményét. Felismerte az ősmaradványok jelentőségét, azt, hogy az egyes kőzetretegek más és más fosszíliaegyütttest, kagylók, ammoniteszek, csigák, korallak maradványait tartalmaznak, így kőzetazonosság esetén is jól elkülöníthetők egymástól. Ez a felismerés alapvetően különbözött az akkor még általános felfogástól, miszerint az egykori élőlények egy egykori özönvíz során kerültek a kőzetekbe. Azt is megfigyelte, hogy jól felismerhető szabályszerűség van az ősmaradványokat tartalmazó egyes képződmények egymásra következésében, és hogy ez nemcsak ki-



London környéke, térképrészlet, a színezés módszere

egy alagúton át kellett vezetni. A csatorna egyes szakaszai, ipari műemlékként, ma is látogathatók. Egy mérnök számára minden egyes műtárgy megtervezése és megépítése műszaki kihívást jelent, ahol az ismeretlen változó a műtárgy helyén található

sebb kőzetekre, hanem nagyobb régiókra kihatóan is érvényes. Ezeket az ismereteket felhasználva utazta be Anglia északi, északnyugati vidékeit, ahol a Bath környékén szerzett tapasztalatai alapján felismerte, követni tudta, és térképén feltüntette a



A térkép ismertető füzetének egy lapja (Fuller Earth Rock)

korábban megismert képződményeket. A képződmények azonosításának munkamódszerét, amit Smith „accurate delineation”-nek nevezett, és ami a geológiai térképezés és a rétegtani kutatás egyik alapja; mai szóval *korrelációnak* nevezzük. Smith még nem használta a sztratigráfia (rétegtan) fogalmát, a szó nyomtatásban mintegy hetven évvel később jelent csak meg egy munkában. Ha rátekintünk Anglia földtani térképére, azt mondhatjuk, hogy kétszeresen is szerencséje volt Smith-nek. Munkáját egy kelet felé szélesedő, enyhén dőlő tengelyű szinklinális területén végezte, ahol az egyes rétegek folyamatosságát nem zavarták későbbi földmozgások tört vagy gyűrt szerkezetei. A szinklinális peremét nyugaton és északi irányban idősebb gyűrt és részben metamorfizált képződmények alkotják, dél felé a sziget partvonalra vágja el. A másik kedvező körülmény az volt, hogy a földtani szerkezet jelentős részét változatos kőzet anyagú, a földtörténeti középkor jura korszakában, 200–145 millió évvel ezelőtt keletkezett képződmények alkotják, melyek azonosítását gazdag ősmaradvány-tartalmuk is elősegítette. Terepi tapasztalatait felhasználva Smith 1799-ben, egy helyi folyóiratban közzé tette Bath környékének földtani térképét, az első valódi geológiai térképet, melyen már a képződményeket helyes rétegtani sorrendbe állítva mutatta be. Ez a kis méretű térkép előfutára volt annak a hatalmas műnek, aminek élete további részét szentelte, és aminek célja egész Anglia földtani térképének elkészítése volt.

1799-ben megszűnt jól fizetett állása a „Somerset Coal Canal Company”-nál, továbbibban folyamatosan anyagi nehézségekkel küzdött, szakértői munkák, és tehetős egyének támogatása biztosította

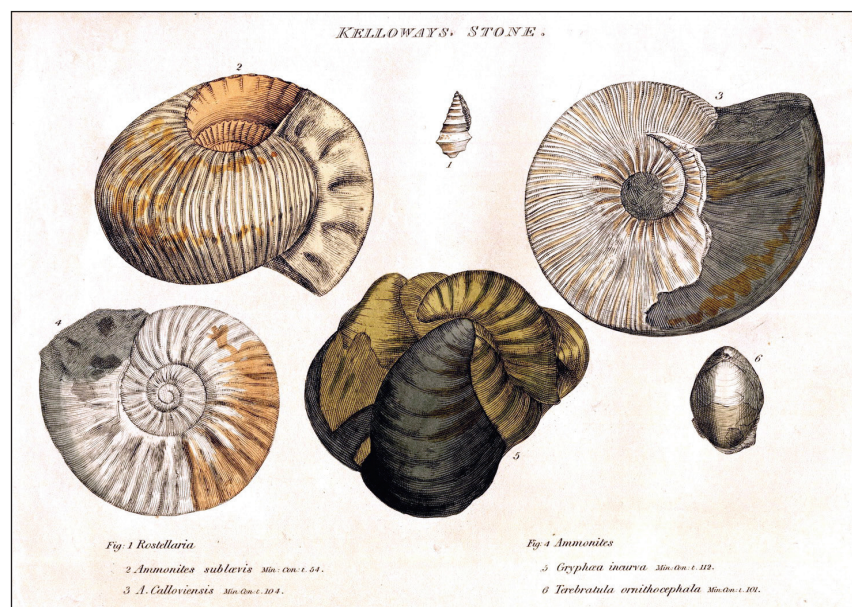
megélhetését. 1803-ban Londonba költözött, gyűjteményével együtt, amit egy idő után kénytelen volt eladni a British Museumnak, hogy bevételhez jusson. A nehézségek oda vezettek, hogy rövid időre még adósok börtönébe is került.

Smith minden nehézség ellenére nem

ból. Smith térképének címében sem szerepel a geológia szó, mely bár ismert volt, még nem honosodott meg a használata. Az *Encyclopaedia Britannica* 1797. évi kiadásában sem találjuk még meg a geológia szót, de az 1810. évi negyedik kiadásban már hosszú címszóként jelenik meg, bizonyítva a fogalom létjogosultságát.

14 évet vett igénybe a térkép elkészítése, utazásokkal, helyszíni megfigyelésekkel, ellenőrzésekkel. Utazásai során kapta a „Strata Smith” becenevet egy másik vándortól, akivel együtt vacsorázott egy fogadóban. Ha megvizsgáljuk, hogy mik voltak Smith részéről a térkép elkészítésének mozgatórugói, akkor első helyen az intellektuális érdeklődést említhetjük, azt a szaktudásán alapult önbizalmat, hogy megfigyelései alapján el tudja készíteni a térképet. Másrésztől bizonyítani akarta felfedezésének jelentőségét. Harmadik az anyagi érdekltség volt, a térképpel vállalkozóknak akarta bemutatni, hogy képes nyersanyagok előfordulási lehetőségeiről szakértői véleményt mondani.

A térkép *John Cary*, a kor legnevesebb angol kartográfusa, Smith üzlettársa, barátja műhelyében készült, az általa metszett, minden korábbinál pontosabb topográfiai alapon. Neve a térkép alján található kolofonban szerepel. A földtani térképeken a topográfiai alap biztosítja a térbeni



A térkép ismertető füzetének egy lapja (Kalloways Stone)

adta fel nagy tervét: elkészíteni egész Anglia földtani/geológiai térképét. A kitűzött cél grandiózus volt, előzmények nélküli. Bár ismertek voltak földtani tartalmat hordozó korábbi térképek, de azok foltokban kőzet-előfordulásokat, bányahelyeket tartalmaztak, a földtörténeti idő ábrázolása teljesen hiányzott ezekből az előfutárokból.

tájékozódást; a tematikus tartalom, a geológiai kontúrok, színek, jelek a földtani ismereteket. A topográfia elemeit, a földtani kontúrvonalakat és a jeleket a korabeli nyomdatechnikának megfelelően rézmet-szésű nyomólemezekon készítették, és a kézzel színezett lapokat utólag illesztették össze. A térkép méretaránya az angol mér-

tekegység szerinti „5 miles to the inch”, átszámítva: 1:312 000, a térkép mérete ennek megfelelően hatalmas, 267x188 cm.

1815 elején már az utolsó simításokat végezték a térképen. A bemutatót megelőzően, még a térkép készítés fázisában maga a brit miniszterelnök, Lord Liverpool tett látogatást a kartográfiai műhelyben és gratulált Smith-nek. Korábban is

a világon az első országos földtani térképnek. További jellemzője a térképnek, ami megkülönbözteti a korábbi, litológiai alapú, részterületekre vonatkozó előfutároktól, hogy a képződményeket kőzetanyaguk és főleg ősmaradvány-tartalmuk alapján szigorú, települési helyzetüknek megfelelő időrendbe sorolta, és megkülönböztető névvel látta el. Ezek közül több, mint a „Fuller

tartozik a címben is jelzett, művelés alatt levő bányák jelölése, köztük a szén, ólom, réz, cink előfordulások, amik a XIX. század kezdetén javában zajló ipari forradalom alapvető nyersanyagigényének kielégítését szolgálta.

Az országos térkép 400 nyomtatott példányban készült el, évek során ennek mintegy felét sikerült értékesíteni, ami üzletileg nem tekinthető sikernek. Smith továbbra is anyagi nehézségekkel küzdött, támogatók segítségével szorult. Nagymértű tartományi térképeket készített, szakértői munkákat végzett, és továbbra is várnia kellett a szakmai elismerésre. Ennek is eljött az ideje. A Geological Society of London vezetősége az évek során kicserélődött, a korábbi műkedvelő arisztokraták helyét szakemberek vették át a vezetésben, akik úgy döntöttek, hogy a frissen alapított Wollaston Medal első példányával William Smith életművét jutalmazza. Az angol földtan területén máig legrangosabb szakmai elismerést, az arany emlékérmét, 1831-ben a társulat elnöke, a Cambridge-i Egyetem professzora, Adam Sedgwick adta át Smith-nek, akit méltatásában „Az Angol Geológia Atyja” (The Father of English Geology) névvel illetett.

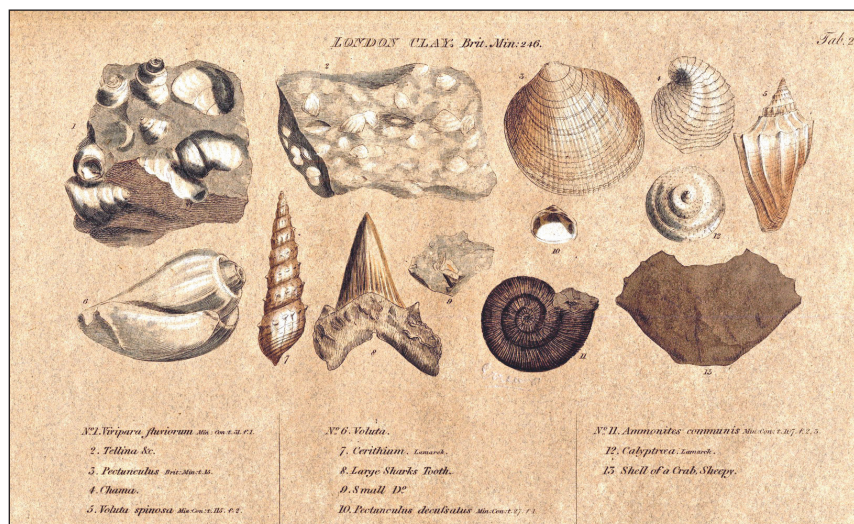
Az 1831. év és Adam Sedgwick személye is összekapcsolja William Smith és Charles Darwin munkásságát, és egyben mutatja a tudomány fejlődésének irányát. Darwin, aki ebben az évben indult a Beagle fedélzetén a későbbi evolúciós elméletét megalapozó földkörüli útjára, Smith nyomdokain járó cambridge-i professzorától tanulta meg, hogyan kell egy vidéket geológiai szempontból felmérni.

Smith további élete során több elismerés birtokosa lett, a dublini Trinity College díszdoktori címet adományozott neki, IV. Vilmos király pedig évi 100 font életjáradékot nyújtott számára, ami 1839. augusztus 27-én bekövetkezett haláláig biztosította megélhetését.

William Smith életműve szülőföldjének ismeretében gyökerezik, de a földtan területén a rétegtani szemlélet megalapozása, a történetiség, a földtörténeti idő kartográfiai megjelenítése univerzális jelentőségű. ★

Irodalom

- Torrens, H. S. 1974: Early maps of the Somershire Coal Canal. – Cartographic Journal (June 1974)
- Winchester, S. 2001: The map that changed the world. – Harper Collins Publisher, New York, p. 330.
- <http://www.williamsmithonline.com/index.html>
- Smith, W. 1816: Strata identified by organized fossils, containing prints on colored paper of the most characteristic specimen in each stratum. – Printed by W. Arding, London.



A térkép ismertető füzetének egy lapja (London Clay)

történt egy látogatás, az 1807-ben alakult Geological Society of London vezetői, megtekintve az előkészületeket, elhatározták, hogy a társulat is ki fog adni egy térképet, saját nevében, a Smith által kidolgozott elvek alapján. Ez a térkép is megjelent 1819-ben, az első változatokon Smith nevének feltüntetése nélkül!

William Smith a térképét 1815. augusztus 1-jén mutatta be Londonban, és a nyomtatott, kézzel színezett példányokat saját kézzel látta el. A térkép címe: „A Delineation of the Strata of England and Wales with part of Scotland; exhibiting the collieries and mines, the marshes and fen lands originally overflowed by the sea, and the Varieties of Soil according to the variations in the Substrata, illustrated by the most Descriptive Names by W. Smith.”

Méltán kiemelheti a leghosszabb című földtani térkép rangot, de tömörítve benne van a térkép tartalmára vonatkozó valamennyi információ. Első helyen az, hogy a földtani tartalom egész Angliára, Walesre és Skócia egy részére, a déli szegegyre terjed ki.

A földtani tartalmat Smith a „Strata” szóval adja meg, ami mai fogalmaink szerint „képződményt” jelent, közelítve a litosztratigráfiai alapú „formáció” fogalomhoz, annak formális definíciós kritériumai nélkül. A földtani tartalom a jelzett, több mint 150 000 négyzetkilométernyi területet folyamatosan kitölti, így joggal nevezhetjük

Earth Rock”, „Kalloways Stone”, „Great Oolite”, „Chalk”, „London Clay”, ma is ismerősen cseng. A földtörténeti korbeosztás kidolgozása a következő évtizedek eredménye lesz, pontosítása napjainkban is tart, így Smith csak a saját tapasztalatai alapján megszerzett relatív időbeosztást alkalmazhatta. Smith ezzel megteremtette a rétegtani alapon nyugvó földtani térképkészítés módszertanát!

A térképen található, 23 képződményt tartalmazó jelmagyarázat, és a látványos, kissé túlmagasított szelvény tartalma összhangban van a térkép készítő elvével.

A térkép színvilága Smith saját, egyedi elképzeléseit tükrözi. Smith az egyes képződményeket a természetben található kőzeteik színével ábrázolta, eltérően a mai, kor szerinti színezés alapelvétől. A térkép mellékleteként közreadott ismertető füzet egyes lapjait is a jellemző ősmaradványok képével és a különféle kőzetek színével nyomtatták. A színezés egyedi jellegzetessége még a képződmények határánál található sötétebbre színezett sáv, mindig a képződmény legidősebb részénél, ahol a fekvővel, az alatta elhelyezkedő képződménnyel érintkezik. Ezzel az ábrázolási technikával elérte, hogy könnyebben értelmezhető a rétegek egymásutánja. Mai térképeken nem alkalmazták ezt a technikát, ezek olvasásához nagyobb szakmai ismeret és absztrakciós képesség szükséges. A térképi tartalomhoz hozzá-

CSABA GYÖRGY

Az ember illatkommunikációja

Illatoknak, szaganyagoknak a levegőben jelenlévő oldott anyagokat tekintjük. Ezek között vannak olyanok, és ez a többség, amelyeket meg tudunk különböztetni egymástól (1. típusúak), de olyanok is, amelyeket nem érzékelünk tudatosan (2. típusúak), ugyanakkor magatartásunkat, reakcióinkat, hangulatunkat, sőt élettani működéseinket alapvetően befolyásolják. Az emberben mindkét illatanyag termelődik, de míg az 1. típusúakat szagként érzékeljük, a 2. típusúakat nem, azt csak a tudatalattink, magatartási vagy pszichikus reakciók ingereként. Ez utóbbiakból kettőt ismerünk részletesen, a porlasztott férfi (androstadienon, AND) és női (estratetranol, EST) nemi hormonokat, jelenleg ezeket tartjuk emberi feromonoknak. Bizonyos, hogy e kettőnél lényegesen több emberi feromon létezik (például a hüvelyi eredetű kopulin, a mellbimbó eredetű ismeretlen anyag), de e kettő a legelfogadottabb, melyek szintetikusán is előállíthatóak. Szexuális vonatkozások miatt leginkább ezek állnak az érdeklődés középpontjában.

Az egészséges emberi test illatanyagait, a feromonokat is beleértve, jelenlegi ismereteink szerint a hónalj, a genitáliák (hüvely és fityma), az emlőbimbó és a perianális régió mirigyei termelik, de megtalálhatóak a nyálban és a női vizeletben is. Legnagyobb mértékű a hónalj illatanyag termelése, de illatoznak egyéb szőrös területek is, így az ivari szőrzet, valamint a haj töve is. A mirigyek nem illatot termelnek, hanem folyékony anyagokat, amelyek közül az 1. típusúakat baktériumok bontják, így alakítják át levegőben oldódó anyagokká, azaz illatokká. A test körüli meleg áramlat tovább hajtja az illatot, a távolságtól függően csökkenő mértékben. A mirigyek által produkált illatfelhőben jelen van az AND és EST feromon is, melyek fajspecifikusak, azaz csak abban a fajban hatékonyak, amelyben termelődnek.

A gerincesek világában a feromonokat az orrban elhelyezkedő vomeronazális szerv (VNO) érzékeli, míg a szaganyagokat a szaglóhám. Mindkettő az agyba továbbítja információját, azonban különböző területekre. A VNO–agy rendszer ősi, emberben is kifejlődik (1. ábra), de némileg sorvad [1], ezért sokáig kérdéses volt, hogy működik-e egyáltalán a rendszer, illetve egyes kutatók hajlamosak voltak egészen elvetni az emberi feromonális kommunikáció jelentőségét. Ezt a nézetet támasztotta alá, hogy míg egérben háromszáz gén áll kapcsolatban a feromonális rendszer receptoráival, addig emberben összesen ötöt találtak, és ez elgondolkodtatta a kutatókat, bár nem a gének száma a döntő. A közönséges szaganyagok esetében is csak mintegy 300 gén termékei (mintegy 500 féle receptor) vesznek részt 10 000 illat megkülönböztetésében és ennek memorizálásában. Ugyan egyesekben felvetődött, hogy a receptorok átépülhettek a szaglórendszerbe, mint például a nyúl és a bálna esetében, melyek az orrnyílások közelében helyez-

kednének el [2], ez nem vált egyértelműen elfogadottá. Az utóbbi években azonban megváltozott a helyzet, és az emberi feromonális kommunikáció bizonyítottá vált [3].

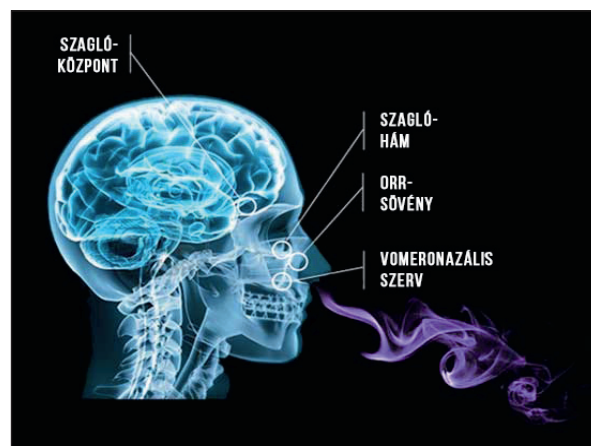
Baba-mama illatkapcsolatok

Kísérletekben bizonyították, hogy a csecsemő felismeri anyja illatát és az is felismeri a csecsemőét. Az anya hón-

nén, és gyakran elutasítja a frissen mossott takarót vagy játékot, amit pedig korábban szeretett, mivel az anya illatát hordozta. Ha kétnapos csecsemő pizsamáját megszagoltatják már szült vagy még nem szült nővel, mind kellemesnek találják az illatát, de a már szült nők agyában aktiválódik a jutalmazással kapcsolatos (dopaminerg) terület, a még nem szültekében viszont nem. Az illat tehát agyi folyamatot hoz létre, mégpedig az előzetes szülési tapasztalattól függően.

A magzat az anya méhében fejlődik, így nem lehet trenírozva az anya levegőbe bocsátott illatára, azonban a magzatvíz illata megegyezik az anyai hónalj illatával, és ez folyamatosan érintkezésben van a magzat nazális receptoraival. Ezért a baba felismeri az anya illatát, sokkal pontosabban, mint az anya a magzatét. Ez csak közvetlenül a születés után van így, később egyéb illatok hatása a domináns, például az anyatejé. Ugyanakkor hathetes korban a csecsemők 60%-a tudta elkülöníteni az anya illatát az idegenekétől, és a

saját magzatvíz illata jobban csillapította a csecsemő sírását, mint az idegen magzatvízé, vagy egyéb illat [4].



1. ábra. Az orrban nemcsak a szaglóhám található meg, hanem a vomeronazális szerv is, mely felnőttkorban már sorvadóban van

aljmirigyeinek illata teszi az anyát felismerhetővé (2. ábra), de van még egy kalauz: az emlőbimbó körüli terület feromonillata. Ez vezeti a csecsemő ajkát, hogy megtalálja a bimbót, melyből táplálékát, az anyatejet szerzi. Ha a bimbót szoptatás előtt megmossák, a felismerés kevésbé sikerül. Ugyanakkor, ha alvó csecsemővel szagoltatnak bármely anya bimbójának illatával átitatott párnát, a szája szopó mozgásokat végez és keresi az emlőt. A csecsemő szívesebben alszik az anyja párnáján, mint idege-

Feromonok és szexualitás

Az állatvilágban az illatanyagok sorába tartozó, de rendszerint szagtalan feromonok döntő szerepet játszanak a szexualításban. A nőstény selyemlepke által kibocsátott bombikolt kilométerekről érzékeli a hím, és vonzza őt, míg a

szuka ösztirusa alatt kibocsátott szaganyagok tömegesen vonzzák a kanutyákat. A nők ovulációja – tehát megtermékenyíthetősége – során kibocsátott feromonok nem ilyen erőteljes hatásúak,



2. ábra. Az anya és csecsemője között szoros illatkapcsolat áll fenn (A festmény Kate m. Berggreen alkotása)

de az ebben a fázisban viselt póló illatát a férfiak az átlagosnál kellemesebbnek, szexisebbnek érzik és ez nemi aktivitásukat növeli. Ebben a megtermékenyítési fázisban azonban nemcsak a női feromon mennyisége és minősége változik meg (legkevesebb intenzív, de legvonzóbb), hanem a női receptorok férfi feromonok iránti érzékenysége is: az ovulációs időszakban ez jelentősen megnő.

Mint a bevezetésből kiderült, nem szabad összekeverni a test illatát a test által kibocsátott feromonéval. A test illata szagként érzékelhető, a feromon azonban egy hormon szagtalan párlata. Az, hogy valaki a saját, vagy mások szagát vonzónak, vagy épp ellenkezőleg, visszataszítónak találja, attól még a benne levő feromonok lehetnek ellenkező hatásúak, és e tulajdonságok dominanciaviszonyai nem tisztázottak. A férfi és női test (hónalj-) illata megkülönböztethető, bár ebben populációnként jelentős eltérések vannak: az olaszok 20%-a, a németek 30%-a, a japánok 60%-a képes rá. A nők diszkriminációs képessége jobb, mint a férfiaké, és a bírálók nemre való tekintet nélkül a férfiak illatát intenzívebbnek, de kevésbé kellemesnek (pézszerűnek) találták, mint a nőké (édeskes). A nők fokozott érzékenységét az is mutatja, hogy egy vizsgálatban 59,4%-uk, míg a férfiaknak mindössze 5,6%-a tud-

ta felismerni a saját illatát. Ugyanakkor a nők a saját illatukat kevésbé érezték kellemesnek, mint az ismeretlen férfiakét [4]. A férfiaknak viszont bizonyítottan emelkedett a tesztoszteronszintje az ovuláció időpontjában viselt női póló szagolása közben. A rokonok illatát általában kevésbé érzik kellemesnek az emberek, mint a nem rokon ismerősökét, és az apa-leány, fivér-nővér illatelutasítás volt leginkább megfigyelhető. Ez utóbbi – figyelembe véve a vérfertőzés (incestus) lehetőségét – biológiailag magyarázható.

Bár az AND-ot mindkét nem hónaljmirigyei termelik, a férfiaké tízszer annyit, mint a nőké. A homoszexuális férfiak és nők a heteroszexuálisoktól eltérően reagálnak a feromonokra. Homoszexuális férfiak AND-ra adott reakciója a heteroszexuális nőkének megfelelő. Összességében, az 1. típusú illatokat is figyelembe véve, azonban a rendszer sokkal bonyolultabb, ugyanis homoszexuális férfiak előnyben részesítik a heteroszexuális nők illatát a heteroszexuális férfiakéval szemben. Ugyancsak preferálják a heteroszexuális férfiak illatát a homoszexuálisokéval szemben.

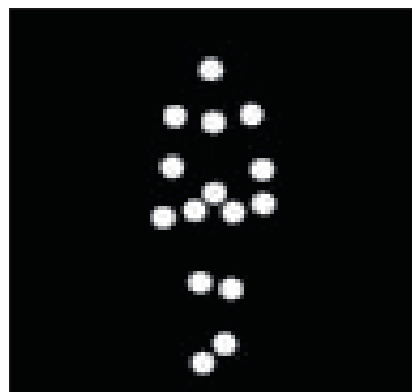
Bár az említett eredmények nagyban alátámasztották a feromonok fontosságát, mégis voltak megfontolandó kételyek, mivel a férfi vagy női szereplők jelenléte, vagy kevert (testszag és feromon) illatuk zavaró volt. A legújabb egzakt kísérletek azonban világosan bizonyították a feromonok szexuális hatását. Kínai kutatók [5] új módszert dolgoztak ki, mely a kísérleti hibákat kizárta. A vizsgálati alanyokat négy csoportba osztották: heteroszexuális nő, heteroszexuális férfi, homoszexuális férfi, és homoszexuális/biszexuális nő. Videókat vetítettek számukra ún. pontfénysétát mutatva, ahol a pontok járkálásszerű mozgásából kellett következtetni arra, hogy a létrehozott árnyalak férfi vagy nő. A videók szemlélése közben szagtalan, szintetikus férfi vagy női feromont (AND-t és EST-et) oszlattak el a levegőben, és figyelték azok hatását a teszt eredményére.

Az eredmény teljesen egyértelmű volt. EST hatása alatt a heteroszexuális férfiak szignifikánsan többen szavaztak a női nemre, míg AND hatása alatt nem [4]. Heteroszexuális nők és homoszexuális férfiak AND hatása alatt a férfijárást részesítették előnyben. Biszexuálisok és homoszexuális (leszbikus) nők eredményei a heteroszexuális férfiak és nők eredményei közé estek. Mivel a fénypontok önmagukban semmiféle információt nem adtak a „járkáló” neméről

(3. ábra), a hatás kizárólag a feromonoknak volt tulajdonítható [5], melyek szexfüggő, tudat alatt érzékelt jelzéseket küldtek.

Szociális illathatások

A szexuális vonzásban valóban az AND és EST játszanak meghatározó szerepet, azonban ez egy közös, nem egyénekre bontott jellemző, azaz nemtől függően mindenkiben felerősítik a szexuális vágyat, és ez szintetikus formájukkal is elérhető. A feromonok azonban fontos szerepet játszanak az egyéni szimpátiában, tehát a párválasztásban is, tudat alatti módon, nyilván egyéb, tudatos faktorok mellett. Az egyedi feromonális hatásokért (az egyedi illat termeléséért férfiban és ennek egyedi érzékeléséért nőben) az MHC-rendszer (major histocompatibility complex) rendkívül változatos (polimorf) génjei a felelősek, melyek a saját/idegen elkülönítésében, tehát az immunitásban játszanak alapvető szerepet, meghatározván a sejtek felszínének mintázatát. Ahogyan tehát minden ember más, mint a többi (és ezért sikertelen az immunrendszer elnyomása nélkül az idegenek közti transzplantáció), ugyanúgy minden embernek egyedi feromonális illata van,



3. ábra. A „járkáló” fénypontfigura egy álló pillanata. Ez nem ad információt az alak neméről, de a feromon igen

ami egy másik ember számára lehet vonzó vagy taszító. A szervátültetés esetében azonban minél nagyobb az eltérés az adó és kapó között, annál biztosabb a szerv kilökődése, tehát a transzplantáció sikertelensége, miközben a nők olyan férfit (tehát gyermeküknek apát) kedvelnek, akinek MHC-génjei, illetve az általuk szabályozott egyéni illat minél távolabb áll az övékétől, és ez a legszimpatikusabb, mint ezt a póloszagolási kísérletek bizonyították. Ez biztosítja ugyanis a legellenállóképesebb, tehát legperspektivikusabb utódot. Ugyanakkor fogamzásgátlókat szedő nők hibásan választottak,

mert magukhoz hasonló MHC-vel rendelkező párt [6] kerestek. Nem tudjuk azonban, hogy az egyéni illat az AND variációiban nyilvánul-e meg, vagy attól független, más feromon jelzése, vagy nem feromonhoz, hanem a kiszagolható testillathoz kötött-e. Egyáltalán nem tisztázott az sem, hogyan oszlik meg a nemek közötti kapcsolatok alakításában az illatkommunikáció szereplőinek fontossága. Nincs rá bizonyíték, de lehetséges, hogy a szexuális vonzásban az ismert feromonoknak és az 1. típusú testillatoknak van szerepe, míg a szerelmet (ami lényegesen több mint szexuális attrakció) az MHC-gének által szabályozott, jelenleg ismeretlen illatkomponensek segítik elő vagy váltják ki.

Talán a legelsőként felismert szociális feromonhatások közé tartozik a női ciklus szinkronizálódása (McClintock-hatás). Az együtt lakó fiatal nők ciklusának fázisai azonos időpontban jelennek meg. A leszbikus párok ciklusa azonban nem szinkronizálódik. Az első menstruáció megjelenésének időpontját is jelentősen befolyásolja a lányok fiútlansága: ennek hiányában későbbi időpontra tolódik. A hatáshoz elegendő a fiúk illata. Ugyanígy, ha mostoha apa él azonos lakásban a lánnyal, hamarabb jelentkezik a menarche, az első menstruáció, mint ha csak az anyával élne együtt [2].

Ha egy riasztó filmet vetítenek hónuk alatt indifferens párnát viselő nőknek, majd a párnákat megszagoltatják ugyanakkor nőkkkel, azok félelemre jellemző reakciót mutatnak, és kortizolszintjük is ennek megfelelően változik, míg a kontrollpárnát szagolóké nem. Gyakorlatilag ugyanez vonatkozik az undorra is, az undort érzők hónaljipárna-illata szaglás révén átviszi a kellemetlen érzést. Ez az illathatás férfiak esetében nem ilyen egyértelmű, a nők sokkal fogékonyabbak az emocionális szignálokra. Az AND szimpatikus hatást vált ki nőkben, míg férfiakban paraszimpatikus hatást, mely kedélyváltozásokban is megnyilvánul. A nő könnyben lévő ismeretlen feromon csökkentheti az azt szagoló férfi tesztoszteronszintjét, így szexuális felajzottságát is [7].

Lehetséges, hogy az illatoknak, és ezen belül a feromonoknak, lényeges szerepe van az ember térigényének és intimitásának kialakításában is. Miközben az európai vagy észak-amerikai ember igyekszik távol tartani magát embertársától beszélgetés közben, az arabok ezt szinte sértőnek érzik és igénylik a közelséget, annyira, hogy szagolják a partner lehetétét (és a nyálban lévő feromonokat is), ezáltal akár diagnosztizálni is tudják, ha társalgó társuk esetleg beteg [4]. Még kifejezettebb ez az Andaman-szigetek onge őslakóinál vagy a brazil

bororoknál, ahol gyakorlatilag mindent az illatok határoznak meg [8]. Az új-zélandi maorik összeírintik köszöntéskor homlokukat és orrukat, így közvetlenül beszippantják egymás lehetétét. Az európai vagy észak-amerikai ember ezt az intimitást már a szexualitás körébe sorolja, és ott gyakorolja csók formájában. Ilyenkor keverednek a nyálban lévő feromonok, és a csókolódzók beszippantják egymás lehetének és a száj körüli faggyúmirigyeknek ugyancsak feromonokban dús illatát. Ez a szexuális izgalom felkeltésének leggyakoribb és talán leghatásosabb módja, miközben az arccsók esetében sokkal inkább a szociális hatás érvényesül.

Még nem említettük a beteg- és öregszagot. Évszázadokkal ezelőtt az orvosok érzékszerveikre voltak utalva a diagnosztikában: megkóstolták a vizeletet, ha cukorbetegre gyanakodtak, és mindig meg-

nem vizsgálták, de az illat elkülöníthető, és a vizsgálok számára kellemesebbnek tűnt, mint a fiataloké.

Illatkriminalisztika

Amennyire minden ember egyedi lény, annyira egyedi az illata is. Ahogy az ujjlenyomat kizárólagosan jellemző egy bűntény elkövetőjére, annyira jellemző az illata is (szaglenyomata van). Ezt már nagyon régen tudjuk, a XIX. század vége óta ismeretes, hogy a kutyák pontosan felismerik az ember egyedi illatát. Bár erre bizonyos mértékben minden kutya képes, a vérebe azok, amelyek a legpontosabban tudnak szagot azonosítani, és ezek a kutyák azok, amelyek a legalkalmasabbak az illatnyom követésére, illatérzékelésük 60-szor erősebb, mint például a német juhászkutyáé. Illatanalizátorai annyira tökéletesek, hogy egy felrobantott bomba illatkeveréke alapján is felismerik a bomba készítőjének illatát (4. ábra). Ebben persze nemcsak a vérben génei, hanem a tréning is szerepet játszik. Egy kezdő nyomkereső véreb csak 53%-át ismeri fel a gyakorlott kutya által felismert illatoknak. Ez világosan mutatja, hogy az illattal közvetített információ egyes állatok esetében mennyire fontos és pontos, de azt is, hogy az ember által kibocsátott illatinformáció mennyire felismerhető és dekódolható, ha a felismerési rendszer jelen van.

Az ember egyedi illatában keveredik a primer illat, mely genetikailag meghatározott, a szekunder illat, melyet az éppen elfogyasztott ételek (például fokhagyma), vagy italok (például alkohol) árasztanak, és azok az illatok, melyek a környezetből kerülnek a testre (tercier illatok), például a szappan, a dezodor vagy az arcvíz. A tettes egy ruhadarabja segítségével ezen illatok keverékét a kutyával megszagoltatják, vagy illatporszívóval (gézen át) összegyűjtik, és úgy mutatják be. Amikor a kutya nyomot követ, akkor mindhárom fajta illat vezetheti, de amikor egy későbbi időpontban ismeri fel az elkövetőt, azt a primer illat alapján teszi, melyet az illatok tömkelegéből is kiszagol [9–10].

Az egyetemes ikrek szagmintája azonos. Ha azonban frakcionálják a szaganyagot, van olyan frakció, amelyet a kutyák meg tudnak különböztetni, így eldönthető,



4. ábra. Bombaérzékelő kutya pihenőben, trénerével

szagolták a beteget. Még a múlt század közepén is Petényi Géza, a kiemelkedő képességű gyermekgyógyász professzor megállt a 20 ágyas kórterem ajtajában, beleszippantott a levegőbe, és közölte, hogy a hetedik ágyon májbeteg fekszik. Ugyanígy, már a laikusok is illatukról megérzik, ha egy lakásban nagyon idős emberek vannak. Az ilyenkor megfigyelt testillatok eredetét és összetételét még

hogy az ikrek közül ki volt a tettes. A két-petéjű ikrek szagmintája viszont annyira különbözik egymástól, mint a testvéreké.

Nemcsak a kutyák tudják megkülön-



5. ábra. „...a te illatod a szúnyog számára erősebb a szúnyogriasztónál”

böztetni az emberi test illatát, hanem sajnos a szúnyogok is. Ennek köszönhető, hogy vannak emberek, akiket alig, míg másokat tömegesen lepnek el és csípnék meg a szúnyogok (5. ábra), de – valószínűleg – a bolhák is. Ennek az a magyarázata, hogy az MHC-gének befolyásolják a hónalji baktériumflóra megválasztását, és ettől függően bomlik a váladék, ami viszont az eltérő 1. típusú illatban (amit a kutya is kiszagol) nyilvánul meg. Ezt érzékelik a rovarok és ettől függően szállják meg, vagy kerülnek el az embert [11].

A különböző államokban eltérő mértékben veszik figyelembe a bíróságok az illat alapján kutyával történő tettesazonosítást, kevésbé, mint az ujjlenyomatot.

Az illatjelek értéke és értékvesztése

A beszéd és a tárgyasult beszéd, az írás megjelenésével az ember különleges kommunikációs képességre tett szert. Mindezt nem jelenti azt, hogy az ősi (alacsonyabb rendű?) kommunikációs forma, az illatkommunikáció nem működik emberben. Azt sem, hogy az illatkommunikáció egyenrangú társa a beszéd által közvetítettnek, csak azt, hogy nem elhanyagolható és biológiai jelentőségében bizonyos esetekben meg is haladhatja a szóbeli kommunikáció értékét. Más típusú kommunikáció ez, mint a beszéd vagy az írás, de a *Homo sapiens* létezésének több tízezer éve alatt pontosabb jelzéseket adott, mint az „átverésre” is használható beszéd. Ezek az illatjelzések ma is lényegesek és értelmezhetők, bár korunk embere szegény illatát, és helyette igyekszik hamis jelzéseket adni. Ezeket, mint a jelzések fogadója, többre értékeli, mint az ősi, biológiai jelzésrendszert, még akkor is, ha ismeri utóbbiak pozitív hatásait. Bonaparte Napoleon hosszú és győzelmes hadjáratából hazatérőben futárral üzent meg imádott feleségének, Jozefinnek, hogy „három napon belül ott-

hon leszek, ne mosakodj” [12], mert mint szerető, élvezni akarta a női test illatának szexuálisan ajzó hatását, de mint császár, kedvelte az összevissza pomádézott udvari emberek társaságát. Kleopátra sem vetette meg az illatos fürdőket, és a sumér nők is parfümökkel csábítottak [13]. Manapság ez még inkább így van azzal a különbséggel, hogy a kémiai és biológiai ismeretek fejlődésének eredményeként a pomádét tudományosan készítik és ajánlják, különböző ajzó illatokkal és feromonokkal keverve (6. ábra). A feromonok hatását bizonyító kísérletek alkalmával a vizsgált személyeknek nem szabad illatos szappant és kozmetikumokat használni, vagy illatos ételeket enni, de a hétköznapi gyakorlatban, aki teheti, úgy dezodorálja és illatosítja magát, hogy a természetes testszag és benne a feromonok illata elnyomódjék. Ez kellemesebb teheti a közvetlen emberi környezetet és az egyéjszakás kalandokat,



6. ábra. A feromonszpré megszerezheti a partnert egy futó kalandra, de jaj, ha élettársá teszi

de ellene dolgozik az MHC-rendszer általi kiválasztódásnak (heteroszexuális és homoszexuális vonatkozásban egyaránt) és igen jelentős szerepet játszik abban, hogy a gazdaságilag fejlett országokban a házasságok több mint 50%-a válással végződik. Ugyanez vonatkozik a fogamzásgátlók használatára is, ami nem kedvez az MHC-alapú pár-érzékelésnek.

Miközben tehát tudományosan bizonyítottá vált az illatkommunikáció jelentősége az emberi szexuális és szociális kapcsolatokban, aközben a természetes illatok érzékelését nehezítjük, vagy lehetetlenné is tesszük. Nyilvánvaló, hogy az ember esetében a verbális kommunikáció dominánssá vált és az illatkommunikáció háttérbe szorult. Ugyanakkor tudni kell, hogy a verbális kommunikáció (hamis bókál, hazugsággal), éppúgy, mint a vizuális (kozmetikával és plasztikai sebészettel), manipulálható és ennek biológiai, valamint társadalmi következményei vannak. Ha az ösztönös – tudatalatti – illatkommunikációt is manipuláljuk, az „átverés”

általánossá válik és semmi sem biztosítja a genetikailag és akár érzelmileg helyes párválasztást.

Utószó: A cikk szerzője tisztában van azzal, hogy az illatmanipuláció nem csökken, sőt fokozódik, mert ez az átruházott evolúció [14] részjelensége, tehát elkerülhetetlen. Nemcsak kellemes, hanem világviszonylatban is sokmilliárd dolláros üzlet. A szerző tehát nem azt javasolja, hogy legyünk szagosak (bűdösek?), csak felhívja a figyelmet a következményekre, amiket vállalnunk kell. ★

Irodalom

- [1] Francia S. et al. Vomeronasal receptors and signal transduction in the vomeronasal organ of mammals. In: Mucignat-Caretta C, ed. Neurobiology of chemical communication. CRC Press 2014.
- [2] Mostafa T. et. al. Pheromones in sex and reproduction: do they have a role in humans? J Adv Res 3, 1-9, 2012.
- [3] Mildner S, Buchbauer G. Human body scents: do they influence our behavior? Nat Prod Commun 8, 1651-1662, 2013.
- [4] Lenochova P, Havlicek J. Human body odour individuality. In: Hurst J.L. et al. Chemical signals in vertebrates. 11. Springer, 2008.
- [5] Zhou W et al. Chemosensory communication of gender through two human steroids in a sexually dimorphic manner. Curr Biol 24, 1091-1095, 2014.
- [6] Wedekind C, Furi S. Body odour preferences in men and women: do they aim for specific MHC combinations or simply heterozygosity? Proc Biol Sci 22, 1471-1479, 1997.
- [7] Nalls G. How animal smell send coded messages. <http://nautil.us/blog/how-animals-use-smell-to-send-coded-messages>
- [8] Social Issues Research Centre The smell report. http://www.sirc.org/publik/smell_culture.html 2014.
- [9] Curran A.M. et al. Analysis of the uniqueness and persistence of human scent. Forens Sci Com 7, 2005.
- [10] Alvenh C. Human scent as trace evidence. http://www.alvenh.com/research/human_scent.html 2006.
- [11] Spector T. Chemical attraction: why mosquitos zone on some people, but not others. Plants Anim. 2015, <http://www.iflscience.com/plants-and-animals/chemical-attraction-why>
- [12] Foljambe Hall H. Napoleon's letters to Josephine, 1796-1812. J.M.Dent Co.1901.
- [13] Hirsch A.R., Gruss J.J. Human male sexual responses to olfactory stimuli. <http://aaos.org/human-male-sexual-response-to-olfactory-stimuli> 2014.
- [14] Csaba Gy. Quo vadis homine? Természet Világa 1994, 1. szám, 12–14. old.

SZABÓ LÁSZLÓ

Betegségek művészeti ábrázolása

Örömmel tájékoztatom a tisztelt Olvasókat, hogy a Semmelweis Egyetem Általános Orvosi Karán a 2015/2016-os tanévben „A művészet kórélettana” címen meghirdetett kreditpontos kurzus hallgatói részvétele minden eddigi csúcsot megdöntött. A hivatalosan beiratkozott orvostanhallgatók, PhD-k és vendégek száma közel 400.

A kurzus célja, hogy oktatási palettánk bővítésével olyan területekre is bevezessük hallgatóinkat, a majdani gyógyító értelmiséget, amik közvetlenül, vagy közvetve, de biztosan befolyásolják gondolkozásmódjukat, empátiás készségüket, emberi kapcsolataikat, eredményességüket. Nem elég az anatómiát, a biokémiát, az élettant, a kórélettant és a betegségeket érteni, megtanulni, ennél több kell!

A tudomány és a művészet, az alkotás és az egészség, a hangok, színek, formák, a mozgás és gyógyítás elválaszthatatlanok

és összefüggő bonyolult hálózaton keresztül nagy egységet, az életet alkotják, melyet mindnyájunknak folyamatosan tanulnunk kell.

Őszintén remélem, hogy e tantárgy válogatott fejezeteinek összefoglalói, melyet mint új sorozatot szeretnénk elindítani e nagyíró folyóirat lapjain, hasonló érdeklődésre talál majd az Önök körében is.

Az első cikket Prof. Dr. Szabó László csecsemő- és gyermekgyógyász, nefrológus, hipertónológus főorvos írta, aki ebben, túllépve a napi orvosi gyakorlaton, a beszélni, panaszkodni nem tudó csecsemőkhöz hasonlóan a szótlan művészeti alkotásokat faggatta és jutott el az ábrázoltak kóros állapotához, a betegségek diagnózisához. E vállalkozás az izgalmas oknyomozáson túl érdekes egészségügyi, művészeti, kultúrtörténeti kérdéseket is felvet.

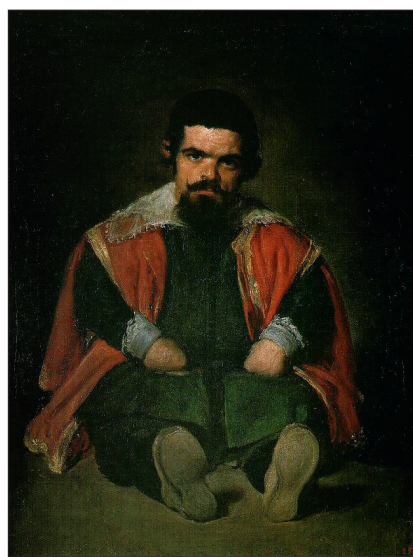
ROSIVALL LÁSZLÓ

A művészet az emberiség egyetemes nyelve. Tartalmasabbá, színesebbé teszi életünket. Nagy szerencsénkre a művészek legtöbbször nemcsak a szépet, hanem a valóság tökéletes másolatát is elkészítették. A festményekről, szobrokról láthatjuk, milyen betegségeik voltak a régi korok embereinek.

A legősibb barlangi rajzokon időszámításunk előtt 20 000–5000 körül, már csonkolódást, alkati eltéréseket, betegségeket örökített meg alkotójuk [1]. Pre-inka és inka kerámia-szobrocskákon és -edényeken kiütéses bőrbetegség, amputált végtagú személyek, és koponyalékelés ábrázolását figyelték meg [2].

A növekedés elmaradásának számos formája van. A művészetben rendszeresen ábrázolták a törpéket. Chnumhotep törpe az V. dinasztia idejéből i. e. 2500 körül. Ez a szobrocska a legősibb ábrázolása a csontosodási zavaroknak. Kairóban, a Nemzeti Múzeumban látható. A VI. dinasztia időszakában (i. e. 2300) élt Szeneb törpe a családjával. A férfi achondroplasiás volt. Ez a végtagok kóros rövidülését jelenti; feje relatíve nagy, törzse hosszú, végtagjai, ujjai rövidek, tömzsik. Az ábrázolás szerint a gyermekek nem örökölték apjuk betegségét. A négytagú családot ábrázoló mészköszobor jelenleg szintén Kairóban, a Nemzeti Múzeumban látható. A törpék kedvenc témái voltak a festőknek is, akik a spanyol királyi udvar vendégeit szórakoztatták. Az 1. ábrán Diego Velázquez (1599–1660) olajfestményén Sebastian de Morra, A törpe portréja (Madrid, Prado

múzeum) látható. Szintén achondroplasiás [3,4]. További nem arányos törpék Bronzino Morgante törpéje 1552-ből (Uffizi képtár, Firenze), vagy Baltasar Carlos Herceg a törpével 1631 (Szépművészeti Múzeum, Boston, USA). Velázquez: Don Balthasar a törpével (1631) St. Gardner



1. ábra. Diego Velázquez (1599–1660): Sebastian de Morra, A törpe portréja, Madrid, Prado Múzeum

Museum (Boston), Jens Juel: Francesco Ravai (1773) Konstmuseum (Koppenhága), Ignazio Zuloaga: Donna Mercedes, a törpe (1899) Musée d'Orsay (Párizs),

Jan Miense Molenaer: Péter virrasztása (1636, Szépművészeti Múzeum, Budapest), Fernand Pelez: Nyomorékok (1899) Musée Petit Palais (Párizs). Giovanni Battista Tiepolo falfestménye (1750) udvari bolondnak ábrázolja a chondrodystrophiás törpét (Palazzo Labia, Velence). A törpék az elvárásnak megfelelően szórakoztattak, bohóckodtak, a legtöbb vendég nem tekintette őket épelméjűeknek, pedig azok voltak. Jan Miense Molenaer: Péter virrasztása (1636) című olajképén, a festmény bal oldalán elhelyezkedő törpe a chondrodystrophia enyhébb formáját mutatja (Szépművészeti Múzeum, Budapest).

Van arányos testfelépítésű törpeség is, mely keletkezhet a magzati életben előforduló károsodás, vagy születés utáni életben bekövetkezett agyalapi mirigy hormonzavara miatt. Gerard David: Krisztus születése (1485). Az újszülöttet imádó pásztorok egyike arányosan törpe. A fej és test, valamint a törzs, végtagok és test arányai normálisak. (Szépművészeti Múzeum, Budapest). Arent Arentsz (Cabel): Tájékp vadászokkal. Az egyik vadász törpenövésű, testmagassága az 1 métert sem éri el. (Szépművészeti Múzeum, Budapest). Szintén hormonális eredetű törpeség Anthonis Mor van Dashorst: Granvella bíboros törpéje (1560 körül) Louvre (Párizs), Rodrigo de Villandrando: IV. Fülöp és Soplillo törpe (1618) Prado, Madrid, Jacques d'Agar: Marichen kisaszszony (1684) Nationalhistoriske Museum (Hillerød Dánia), David von Krafft: Andreas von Behn (1700) Swedish National

Portrait Gallery (Stockholm), ismeretlen német festő: Boruwlaski portréja (1800–1837) Museum Narodowe (Krakkó). Ma már mesterségesen előállított növekedési hormonnal tudjuk ezeket a betegeket kezelni. De a növekedési hormon túl is termelődhet, s ennek jelei az óriásnövés (gigantizmus), vagy ha felnőttkorban jelentkeznek, az emberi test végei, akrális területei például az ajkak, kezek, ujjak megvastagodnak (akromegalia jön létre), ami jól megfigyelhető IV. Amenhotep fáraó (i. e. 1730) Staatliche Museumban, Berlinben látható mészkőreliefjén (2. ábra) [3]. Vagy az idősebb *Pieter Brueghel* számos festményén, például az Idős nő portréján (1563, olajfestmény, München, Alte Pinakothek Múzeum). A növekedési zavar egy másik típusa a kötőszöveteket érintő örökletes betegség, a Marfan-szindróma, mely magas növés, hosszú nyakkal, vékony hosszú ujjakkal, „pókujúsággal” jár. Megfigyelhető *Francesco Parmigianino* (1503–1540) olasz festő olajfestményén, a Hosszú nyakú Madonnán (Palazzo Pitti, Firenze) [3].



2. ábra. IV. Amenhotep fáraó (i.e. 1730, Staatliche Museum, Berlin), Mészkő relief

„Habsburg-áll”, a prognathia ilyen foka kizárólag a császári família portréin fordul elő (enyhe alakja a lakosság 1–2%-án állapítható meg). *Barend van Orley*: V. Károly császár portréja (1510). Az uralkodó jellegzetes Habsburg-állá szembetűnő (Szépművészeti Múzeum, Budapest). Vagy *Tiziano*: V. Károly portréja (1547) Prado (Madrid) [3]. Ritka veleszületett fejlődési rendellenesség az agykoponya hiánya. Ilyen „anencephal” újszülöttet ábrázoló mochica szoborcso (i. sz. 600) (Városi Múzeum, Trujillo, Peru).

Ajakhasadék és farkastorok legkorábbi ábrázolása az i. sz. I–II. századból ismert. Bahia-indián kerámia figura az ajakhasa-

dék egyik legrégebbi ábrázolása. (Nemzeti Múzeum, Bogotá, Kolumbia) [2].

Számos végtag-, kéz-, ujjfejlődési rendellenességet is megörököltettek. *Raffaello*: Esterházy Madonna (1508). A kisdéd bal kezén mindössze négy ujjat festett meg a mester (Szépművészeti Múzeum, Budapest). Evangélium bizánci stílusú miniatúrája 1304-ből. Készült Nahicsevánban (Örményország). A képen Márk evangélista bal kezén négy ujj látható. A bal kéz utolsó hosszú ujjja nagyobb. Több ujj, polydactylia látható Marc Chagall Őnarckép hét ujjal (1912) festményén (Stedelijk Museum, Amszterdam). Őszszenövés (syndactylia) látható *Quentin Massis*: Nicolai Aegidius az ágyúval (1517) festményén (Royal Museum of Arts, Antwerpen).

A dongaláb napjainkban is gyakori, poligén öröklődésű rendellenesség. A láb deformitása különböző mértékű, s ettől függően változó fokú mozgászavart eredményez. A paralitikusok ünnepe című ikon (XV. sz.) háttérben ülő alak dongaláb. (Bizánci Múzeum, Athén). *Jacques Callot* rajzai a „Nyomorékok” ciklusból (Musée Lorrain, Nancy). A bal oldali képen mindkét oldali dongaláb olyan súlyos deformitást jelent, hogy a beteg csak két mankóval képes járni. *Jusepe de Ribera* (1591–1652) spanyol festő: A koldus (a dongalábos fiú); Louvre, Párizs (1642) [3].

Urs Graf (1514) tollrajzán kar nélküli, falábú fiatal lány látható. A két kar és a jobb láb hiánya olyan fejlődési rendellenességet mutat, amit a magzati életben leszorítás, lefűződés okozhatott (Basel, Öffentliche Kunstsammlung) [3].

Több egyéb csontosodási zavart is rögzítettek a művészek, így a tyúkmellnek nevezett szegycsonti kiboltosulás már egy i. e. VIII. századból származó mezopotámiai domborművön látható. Címe: A királyi írnok átveszi a parancsot urától. A dombormű lelőhelye Szamaal, Irak volt. Jelenleg a British Múzeumban, Londonban van. Ugyanez látható Aesopus márványszobrán, mely az i. e. VI. századból származik és a Villa Albaniban, Rómában tekinthető meg [2,3].

A veleszületett csípőficam az ásatási leletek bizonyossága szerint a késeik kőkortól kezdve gyakori rendellenesség. Hatsepszut királynő (Punt uralkodó asszonya) mészkőreliefjének részlete a Deir-el-Baharai halotti templomból. XVIII. dinasztia, kora i. e.

1480. Veleszületett csípőficam és a csatlakozó gerincferdülés látható (Kairó, Nemzeti Múzeum). A „Sánta pásztor” elnevezésű dombormű Ptahhotep fáraó (V. dinasztia,



3. ábra. Dunántúli mester: „Szent Márton kíséretével” (1670 körül). Szent Márton Székesegyház, Szombathely

i. e. 2500) sírját díszíti. A pásztor bal alsó végtagja rövidebb, a bal csípő mélyebben helyezkedik el, amiből veleszületett csípőficamra lehet következtetni. Velázquez: Vulcanus műhelye (1630 körül). A kovácsisten testtartása valószínűsíti a veleszületett csípőficamot (Prado, Madrid) [2].

A XVIII. dinasztia idején (i. e. 1350) alkotott mészkő domborművön egyetlen végtag bénulása rövidülése és „lóláb” látható. Ehhez társul az izomzat nagyfokú sorvadása. Ennek alapján nagy valószínűséggel mondható, hogy gyermekparalízis okozta a herceg lábának bénulását. *Hieronymus Bosch* 1500-ban készült a „Nyomorékok felvonulása” című festményén látható harmincegy fogyatékos, csontkolódott végtagú, nyomorékká vált személy (Albertina Múzeum, Bécs) [4].

Krónikus ízületi gyulladást, amit elsősorban a végtagok kis ízületeinek meg-nagyobbodása mutat; *Jacob Jordaens* flamand barokk festő több művén is látható [4,5]. Őnarckép szülőkkel, testvérekkel (1615). Ermitázs, Szentpétervár. A festő és családja (Prado, Madrid). A feleség jobb kezén az ízületek duzzadtak, deformáltak. A bizánci stílusban készült ikonokon néhány szent és arkangyal kezén ismerhető fel. Mihály arkangyal (XIV. századi ikon). Mindkét kéz ízületei duzzadtak, deformáltak (Chora monostor, Isztambul). Szent György (XIV. századi ikon). A szenten a jobb kéz ujjain az ízületek duzzadtak, deformáltak (Székesegyház, Kappadókia). Olykor még Krisztusnak és Máriának is hasonló ujjakat festettek. A XVI. századi

ikonképen Krisztus jobb kezén az ízületek duzzadtak (Dionysios Kolostor, Athosz, Görögország). A „Trónoló Krisztus” című ikonon (XVI. század) Jézus ujjainak ízületei duzzadtak, deformáltak (Bizánci Múzeum, Athén). „Krisztus születése”. Ismeretlen osztrák festő temperaképe (1450). Mária bal mutatóujja deformált, ízülete duzzadt (Keresztény Múzeum, Esztergom).

A nem szakrális képeken elsőként talán *Leonardo da Vinci* alkotásán a Hölgy hermelinnel címűn a mutatóujj ízületének duzzanatát látszik (Szépművészeti Múzeum, Krakkó).

Akseli Gallen Kallela: „A Szampó elrablása” (1893). A Szampóért küzdők között több személy kezén súlyos ízületi deformitás, az ízületek duzzanata figyelhető meg (Atheneum, Szépművészeti Múzeum, Helsinki). *Akseli Gallen Kallela*: „Aino eltűnése” (1890–1891). Váinemoinen bal kezén az ízületek erősen duzzadtak, a mutatóujj deformált (Atheneum, Szépművészeti Múzeum, Helsinki). *M. van Heemskerck*: Oltárkép a donátorral. A donátor bal kezén deformitással járó ízületi gyulladás, feltehetően osteoarthritis látszik (Kunsthistorisches Museum, Wien). *Jan Gossaert*: Oltárkép a donátorral (1535–1540). Az adományozó bal kezének II, IV, és V. ujjja deformált. (Nemzeti Múzeum Brüsszel). *Rembrandt*: Arisztotelész Homérosz szobrával (1653). A művész az ízületek duzzanatát ábrázolta. (Metropolitan Múzeum, New York). *Frans Hals*: Pieter van der Broecke portréja (1653). Az ujjak és csukló elhajlása, valamint az ujjak deformitása idült reumás arthritissre utal. (Kenwood Iweagh Galéria, London). *Rubens*: Ónarckép (1615). A kéz és csukló ízület duzzanata. *Rubens*: Szt. Ágoston Krisztussal és Szűz Máriával (1615). Ágoston kezén több ízület és a csukló duzzadt, a mutatóujj deformált. „Szt. Antal megkísértése” ismeretlen németalföldi festő műve a XVI. századból. A csukló ficama, az ujjak zsugorodása és a kéz elhajlása krónikus reumás gyulladásra utal (Escorial Múzeum, Madrid).



4. ábra. Alvó Hermaphrodite, Róma, Nemzeti Múzeum

Albrecht Dürer rézmetszete (1513): „Szt. Péter és Szt. János nyomorékokat gyógyít”. A koldussasszony kezén szimmetrikus polyarthritis okozta súlyos deformitás és bőralatti csomókat ábrázolt a

művész. A bal csukló és ujjak elhajlása, az ujjak zsugorodása valószínűsíti a krónikus reumás polyarthritist (Metropolitan Múzeum, New York).

Raffaello II. Gyula pápa megrendelésére készítette el az „Athéni iskola” című festményt (1511). A kép előterébe helyezte el kortársát, Michelangelót, akinek a jobb térdén több, (valószínűleg) köszvényes csomót ábrázolt (Vatikán, Róma). *El Greco* „Szt. András és Szt. Ferenc” (1605 körül). A szent kezén a nyeregízület duzzanata, feltehetően reumás, vagy köszvényes csomó látszik. (Prado, Madrid). Dunántúli mester: „Szent Márton kíséretével” (1670 körül). A koldus bal alsó végtagja csípőben, térdben és bokában zsugorodott. A hatalmas, duzzadt térd ízületi gyulladást, ízületi folyadékot sejtet. A bal felkar izomzata fejlett, a jobb felkaré jelentősen sorvadt. (Szent Márton Székesegyház, Szombathely, 3. ábra.) [2,5]

Francesco Petrarca: Köszvény (podagra) 1532. Egy fametszeten, hordszéken hordozzák a beteg lábú embert (Augsburg, Németország) [4]. A köszvény (Arthritis urica) a purin lebontásának túlterheltségéből eredő betegség. Az ízületeket érinti, először főként a láb öregujj ízületén jelentkezik, ennek neve podagra.

Aphrodité a szerelem és a szépség istennője a görög mitológiában. Számos szobor örökítette meg szépségét. A „Szégyenlős Aphrodité” (Aphrodite pudica) szobor az Athéni Nemzeti Régészeti Múzeumban látható. De miért szégyenlős? Aphrodité vagy valami más? „HermAphrodité”. Rómában a Nemzeti Múzeumban, a Palazzo Massimo alle Terme-ben látható „Alvó Hermaphrodite” az i. e. I. századból (4. ábra). A Hermaphroditismus a nemi fejlődés zavarával járó állapot, melyben a nemi szervek kevert jellegűek. Hermafroditosz Hermész és Aphrodité istenek kétneművé változott fia volt a görög mitológiában. Egy tó partján sétált, és meglátta őt Szalmakisz, a tó nimfája. Azonnal beleszeretett, de Hermaphroditosz nem vi-

szonozta szerelmét. Egyszer az ifjú lement fürödni a tóhoz, és amikor meztelenre vetkőzött, a tó nimfája átölelte. Hermaphroditosz szabadulni akart a nimfa öleléséből, de a nimfa azt kérte az istenektől, hogy soha többé ne válhassanak el. Az istenek teljesítették a nimfa kérését, és egy testbe kényszerítették Hermaphroditoszt és

Szalmakiszt. Azóta a férfi és női ivarszervekkel rendelkezőket hermaphroditáknak nevezik.

Számos műalkotáson megfigyelhető. Ehnaton fáraót az ókori Egyiptomban nőies

alkattal, széles csípővel, keskeny vállakkal ábrázolták [3]. „Meztelen Hermaphrodite” a címe az i. e. 2000-ből származó bronz szobornak (Harvard Art Museum). Párizsban, a Louvre-ban található az i. e. I. században csontból készült Androgynous figura. Mezopotámiából származik. A márvány Hermaphrodite szobor hellenisztikus stílusban az i. e. III. századból származik (Isztambul, Régészeti Múzeum). Egy 1466-ban készült perzsa színes rajzon a „Szülésznő operálja a hermaphroditát”. És a sok modern alkotásból egyet említek, *Thomas Housego*: Hermaphrodite (2011) című művét (Regent’s Sculpture Park, London). A hermafroditizmus a növényvilágban gyakori jelenség; a tulipán virága porzót és bibét egyaránt tartalmaz. Kétivarú például a dohány vagy az alma is.

A szív régen és ma átvitt értelemben is fontos szerepet töltött be az emberek életében. *Giovanni Lorenzo Bernini* (1598–1680) csodaszép szobrán látható „Szent Teréz extázisa, amint Ámor útján fogadja szívébe Jézus szeretetnyílát”, mely Rómában a Santa Maria della Vittoria látható [3,6]. Avilai Nagy Szent Teréz (1515–1582) fiatal korában élte első vízióját, amikor is angyal jelent meg előtte és szívét egy lángoló nyíllal döfte át. Halála után szívét hegyikristály urnába helyezték, amikor a szív bal részén egy hasadékok fedezték fel és igazolva látták Szent Teréz történetét. Mai diagnózis: szívinfarktus, balkamra-repedéssel. A nyíl érzete megfelel az angina érzetének.

Ma talán kevesebb információt ad a pulzus vizsgálata, de korábban nagyon fontos része volt a fizikális vizsgálatnak, a beteg általános állapotának megítélésében. *Avicenna*: Canon (1632) Az orvos a beteg pulzusát vizsgálja a perzsa kertben, mialatt asszisztense a gyógyszert készíti (Wellcome Institute for the History of Medicine, London). *Guy de Pavia*: „Az orvos a beteg pulzusát vizsgálja a csuklón és a felkaron, mielőtt általános állapotát megismerné” (1345) Musée Condé, Chantilly. A középkor keresztény szabályozása szerint a nőknek fontos szerepet kellett betölteni a betegek és az elesettek ápolásában. Első lépésként a pulzust vizsgálják. Látható a XIII. századi kézirat illusztrációján a Bibliothèque Nationale-ban, Párizsban [6].

Több olajfestmény örökítette meg az orvost, amint a beteg pulzusát vizsgálja. *William Chandler*: „Dr. William Gleason”, Ohio Historical Society, Columbus; *Jan Steen*: „A beteg hölgy” (XVII. sz.) Rijksmuseum, Amsterdam; *Id. Frans van Mieris*: „Az orvosi visit” (1657) Kunsthistorisches Museum, Bécs [4,6].

Számos sebészeti beavatkozást megőrkítő festményt ismerünk. Csak néhányat említek. *Robert Hinckley*: Az első sikeres sebészeti anaesthesia nyilvános demonstrációja a Massachusetts General Hospitalban

(1846) Bostonban látható. *Rembrandt van Rijn* (1606–1669): Doktor Tulp anatómiája (1632), Mauritshuis, Hága [3,4,6]. A műteti beavatkozások közül főleg fűrészszel végzett lábamputációt örökítettek meg. Lássunk csak egyet; *Francken A.* (1544–1618) Szent Kozma és Damján. Olajfestmény (Royal Museum of Fine Arts, Antwerpen) [4].

Szemészeti problémák is számos műalkotáson láthatók. *Rembrandt van Rijn*: Tóbiás meggyógyítja vak apját. Olajfestmény (1636, Staatsgalerie, Stuttgart) [3]. A történet az Ószövetségi apokrif iratban, Tóbiás könyvében (2:9-10) olvasható: a fiú egy „expedícióról” tér haza Rafael angyal kíséretében. Egy nagy halat fogott, és a halepét apja vak szemére helyezi. *Merisi da Caravaggio* (1573–1610) Beteg Bacchus-gyermek (5. ábra). Fiatalkori önarckép. Sápadt, sárgás bőré, gyulladt szemű, láthatóan beteg ifjú. Róma, Galleria Borghese [3]. *El Greco* (1541–1614): *Christus medicus*. Krisztus is legtöbbször a szemet gyógyította [4].

A középkorban több nagy járvány volt, melyet megörökítettek a művészek. *Miccò Spadaro* (1612–1679): Pestis Nápolyban,



5. ábra. Merisi da Caravaggio: Beteg Bacchus-gyermek Galleria Borghese, Róma

Jules-Elie Delaunay (1812–1891) Pestis Rómában. *Nicolas Poussin*: Az asdódi pestis 1630, Louvre, Párizs. A Filiszteusok Izrael Istenének lábáját vitték ide. *Carlo Coppola*: Az 1656-os nápolyi pestis. Princeton Egyetem Művészeti Múzeuma. A pestis (más néven dögvész) a *Yersinia pestis* nevű baktérium által okozott betegség. Az 1894-ig gyógyíthatatlannak számí-

tó fertőzés kórokozóját a svájci *Alexandre Yersin*, a Pasteur Intézet mikrobiológusa hongkongi kiküldetése idején fedezte fel. Miután a bőr oxigénfelvételében zavar keletkezik, a bőr gyakran sötétkék színt kap (innen ered a „fekete halál” kifejezés) [3,4].

Hans Wechtlin (1480–1526): Jób, a bélpoklos. Az egyik legismertebb bibliai betegség a poklosság, amelyet több helyütt bélpoklosságnak is ír a magyar Károli-fordítás. Az Ószövetség ókori görög fordítása és az Újszövetség a lepra szót használja. A betegség kórokozó baktériumát leprás szövetben először 1873-ban *Arnauer Hansen* norvég kutató pillantotta meg. Ő a bergeni leprakórház orvosa volt. A Monreale (Dél-Itália) katedrális XII. századi bizánci mozaikján Krisztus meggyógyítja a bélpoklost [5].

Matthias Grünewald (1470–1528): Szent Antal megkísértése című képén a szifilisz beteg látható (Isenheimi szárnyas oltár (Musée d'Unterlinden de Colmar). A szifilisz elsőként ábrázoló műalkotások egyike *Albrecht Dürer* Szifilisz férfi című fametszete (Kupferstichkabinett, Staatliche Kunsthalle, Karlsruhe). A szifilisz (lues), más néven vérbaj egy szexuális úton terjedő, idült lefolyású, fertőző nemi betegség. *Jan van der Straet* (1580): „Guajakum fa előkészítése és alkalmazása a szifilisz kezelésére”. A színekben és részletekben gazdag olajfestmény a gyógyító keveréket készítő szolgálókat ábrázolja, egy orvos felügyelete mellett (Österreichische Nationalbibliothek). Veleszületett szifilisz egyértelmű tünetei láthatók Rembrandt: Gerard de Lairese olaj-vászon portréján (1665, Metropolitan Museum of Art, New York). De Lairese festő és művészetfilozófus veleszületett szifiliszben szenvedett, ami súlyosan eltorzította az arcát és végül vakságához vezetett (6. ábra).

Vizelési zavaroknál elsődleges a megfigyelés. Szabályos a vizelés, ha erőlködés nélkül folyamatosan jó áramlással vizez az illető. „Tanult kollégáink”, a művészek is jól ismerték ezt, és ábrázolták. *Giorces*: Ercole ubriaco, scultura romana II. század, Tuniszban a Bardo Nemzeti Múzeumban látható. *Lorenzo Lotto* (1520) Vénusz és Cupido olajfestményén megörökítette, ahogy Cupido levizeli Vénuszt. Jelenleg New Yorkban a Metropolitan Museum of Artban látható. Brueghel a XVI században lefestette „A Holddal



6. ábra. Rembrandt van Rijn: Gerard de Lairese portréja (1665), Metropolitan Museum of Art, New York, Veleszületett szifilisz jelei

szemben pisilni”, Rembrandt van Rijn tollrajzban örökítette meg, mind a férfi, mind a női vizelést. Barokk holland festményen a beszélgető parasztok között ruhája által takarva vizez egy parasztasszony. „Der pissende Bauer”, *Adriaen Jansz van Ostade* (1610–1685) Haarlem, Hollandia. De *Picassótól* is láthatunk női vizelést. És persze említsük meg Brüsszel egyik jelképét, a *Hiëronymus Duquesnoy*: Manneken Pist.

Remélem, felkeltettem az olvasó érdeklődését, hogy keressék a művészetben a betegségek megjelenítését is. ▀

Irodalom

- László Gyula: Az őseMBER művészete. Corvina Kiadó, Budapest, 1968
- Józsa László: Csont-izületi elváltozások ábrázolása a képzőművészetben. Osteológiai közlemények 2006 (3):127-140.
- Forrai György: Orvosszemmel a képtárban. Medicina Könyvkiadó Zrt. Budapest, 2011
- Benke József: Medicina a képzőművészetben. Medicina Könyvkiadó Zrt., Budapest 2010
- Józsa László: Csont-izületi elváltozások ábrázolása a képzőművészetben. Osteológiai közlemények 2007(4):209-223.
- Lozsádi Károly: HeArt, Valóság és szimbólum, tudomány és művészet a szívről. Medicina Zrt. Budapest, 2010.

SZÉNÁSI RÉKA–VASSÁNYI MIKLÓS

William Derham lelkész-csillagász és a kora újkori fiziko-teológia

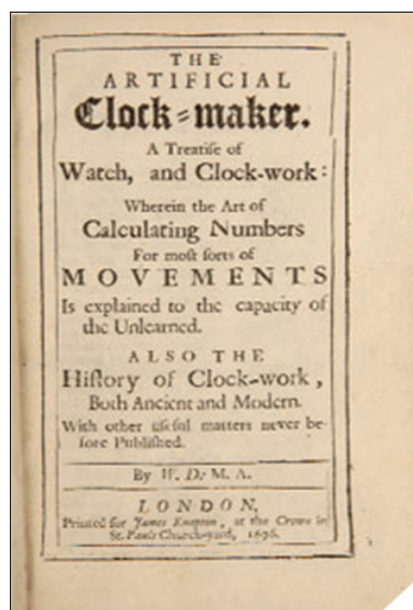
William Derham (1657–1735) anglikán lelkész polihisztor, természettudós, a Royal Society tagja és a fiziko-teológiai mozgalom jeles alakja volt. Az alábbi részletet egyik fő művéből, az *Astro-Theology*-ből azzal a céllal közöljük, hogy betekintést nyújtsunk a kora újkori *natural theology* – kozmikus vagy fiziko-teológia – egyik nagyhatású angol műhelyébe, és ezáltal megmutassuk, hogy a korszak egy paradigmatisz figurája, a természettudós-lelképásztor (*parson-naturalist*) Derham hogyan egyeztetette össze a vallást a természettudománnyal, illetve – pontosabban – hogyan állította a természetismeretet a hit, az apologetika és a térítés szolgálatába.

A többkötetes, népszerű szerző nem volt ugyan hivatásos fizikus vagy csillagász, de rendszeresen felolvasott a Royal Society ülésein, jó negyven hozzájárulással gazdagította annak folyóiratát, a *Philosophical Transactionst*, és voltak eredeti fizikatudományi eredményei (a hangsebesség mérése), valamint technológiai munkássága is (óramechanika), tehát a kor mércéjével mérve természettudósnak is számított. Egész életére kiterjedő lelkészi működését végigkísérte a természettudomány több területének – orvostudomány, biológia, geológia, meteorológia, csillagászat – különösen megfigyelő tudósként való művelése. A természettudomány és a vallás termékeny összekapcsolására mindenekelőtt a nevezetes Boyle Lectures felkért előadójaként nyílt lehetősége. A hitvédő, illetve tudományos tevékenységek párosítása maga is paradigmatisz a korszakban – elég Newton számtalan teológiai tárgyú kéziratára vagy a kémikus Robert Boyle számos teológiai művére gondolnunk.

Derham élete és természettudományos munkássága

A Worcester (Birmingham) környéki Stoulton falucskában 1657-ben született gyermeket még *pauper puerként* jegyezték be az anyakönyvbe. Felsőfokú tanulmányait azonban már az oxfordi Trinity College tagjaként végezte 1675-től, ahol teológiai

okleveleit 1679-ben, illetve 1683-ban vette át. 1681-ben diakónussá, 1682-ben pedig pappá szentelték. Ezután előbb a London környéki Wargrave-ben, majd 1689-től a Londontól szintén lovaglátóvárságra elhelyezkedő essexi Upmisterbe került lelkésznek (*rector*). Itt élt élete végéig mint *country parson* – bár 1715-ben George walesi herceg (a későbbi II. György király) káplánja lett, 1716-tól kezdve pedig, amikor kinevezték windsori kanonokká, időnként hosszabb-rövidebb periódusokat Windsorban kellett töltenie.



Derham: *The Artificial Clockmaker* címlapja (1696)

Szerzőnk 1702-ben felvételt nyert a Royal Society-ba, a világ első, 1660-ban létesült tudományos társaságába, melynek többek között Robert Boyle és Isaac Newton is alapító tagjai voltak. Derham 1708-ban sikeresen mérte meg a hang sebességét, de általánosan ismertté általa vált, hogy 1711–12-ben ő kapott felkérést a Boyle Lectures megtartására. Előadásai szövegét 1713-ban adta közre Physico-Theology or, a *Demonstration of the Being and Attributes of God, from his Works*

of Creation cím alatt (részletesebben lásd lejjebb). További jelentős fiziko-teológiai műve az alant csekély részben fordított *Astro-Theology* (1714).

Levelezésének kiadott része, a Sir Dacre Barretthez írott levelei érdekes bepillantást engednek egyfelől a XVII–XVIII. századi természettudós gentleman mindennapjaiba, másfelől a Royal Society nem mindig eseménytelen életébe és belügyeibe. Derham gyakran számol be hasonló érdeklődésű szomszédjának új tudományos könyvekről, újonnan beszerzett műszerekről (például egy légszivattyúról – *Pneumatic Engine*), londoni természettudományos gyűjteményekben tett látogatásairól. Rendszeresen kér kölcsön könyveket szomszédja gazdagabb könyvtárából, és beszámol a hangsebesség méréseinek személyes háttéréről is. Még érdekesebbek a Royal Societyről szóló hírek. Megtudjuk többek között, hogy 1704 júniusában Newton új tükrös távcsövet (*new Contrivance of Reflecting glasses*) kívánt bemutatni a tudós társaságnak, de az időjárás kedvezőtlen volt, a bemutató elmaradt. Egy 1709-es levélből arról értesülünk, hogy a társaság kizárta soraiból John Flamsteed királyi csillagászt – a neves asztronómus, a greenwichi obszervatórium megalapítója, az Uránusz első észlelője nem volt hajlandó rendszeresen tagdíjat fizetni. Ugyanezen levél bevezetőjéből, mely a társaság tisztújító szavazásáról szól, kiolvasható, hogy a tudós testületnek ekkor 40–50 olyan tagja volt, aki legalább fontos napokon személyesen megjelent az üléseken. Flamsteed kizárásánál jóval nagyobb botrányt okozott továbbá az, amikor J. Woodward orvos, geológus jutott ugyanerre a sorsra 1710 májusában, mert nyilvánosan megsértette H. Sloane-t, a British Múzeum gyűjteményeinek későbbi megalapozóját. Végül, de nem utolsósorban, két 1710-es levél arról tudósít, hogy Derham készül a Boyle Lectures megtartására. Ezt az előadássorozatot Robert Boyle létesítette a végrendelete révén, mellyel 50 font sterlinges ösztöndíjat ajánlott fel minden évben egy-egy lelkész számára, akinek cserébe hitvédő előadássorozatot kellett tartania Londonban. A *Physico-*

Theology című kötet a Derham által 1711–12-ben tartott Boyle Lectures átdolgozott változata.

A *Physico-Theology* (1713) felépítése és a fiziko-teológiai hagyomány

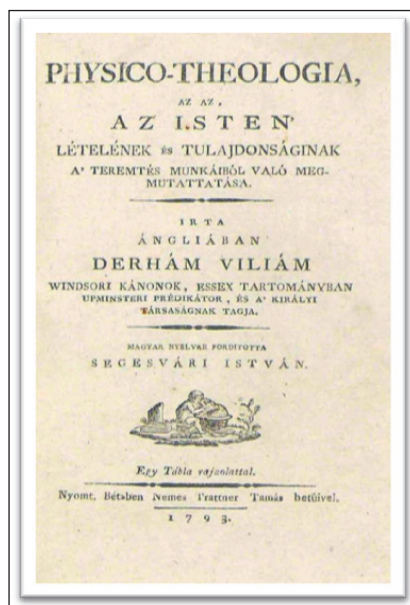
Mint Derham a mű ajánlásában elmondja, egy ideje már dolgozott egy kéziratán, melynek célja az újabb természettudományos eredmények teológiai kiaknázása volt, amikor Thomas canterbury érsek, Anglia primása tudomást szerzett a készülő kézíratról, és mint a Boyle-alapítvány egyetlen, még élő kurátora, felkérte Derhamet a Boyle Lectures megtartására. Így elkezdett szerzőnk legismertebb műve, mely Isten létét és tulajdonságait a természeti világ célszerű struktúrája és működése mint bizonyítási alap révén demonstrálja. Az előszó szerint Derham itt Boyle módszerével, vagyis fiziko-teológiai úton bizonyítja Boyle téziseit, vagyis Isten létezését és attribútumait: „Nem tudtam jobban teljesíteni [Boyle] szándékát, mint úgy, hogy megkísérlem Isten létét és tulajdonságait Mr. Boyle saját módszerével, vagyis fiziko-teológiai úton bizonyítani.”¹

A *Physico-Theology* első részének tárgya az atmoszféra, a szél és a gravitáció. A szöveg newtoni terminusokkal írja le a nehézkedést, Newtonhoz hasonlóan nem adja meg az okát, és elsősorban a centrifugális erő ellentettjeként tekinti az isteni gondviselés megnyilvánulásának, amennyiben a bolygók anyaga a gravitáció összetartó hatása nélkül szétszóródna a tengely körüli forgás során. A második rész témája a Föld önmagában véve, valamint a Naprendszerben elfoglalt helye. A harmadik rész a geológiát és a botanikát tárgyalja, a negyedik az állatvilágot (az érzékelés, mozgás, táplálkozás, szaporodás, kultakaró, élőhely szempontjai szerint) és az embert. Derham végül külön is elemzi a négy lábúak, madarak, rovarok és hüllők szerveit, testfelépítését és életműködéseit. Az egyedi bizonyítások hosszú sorozatában mindig úgy érvel, hogy az adott szerv, élőlény, élőhely, természeti jelenség stb. kialakítása célszerű és hasznos, és a tervezés nyilvánvaló jeleit mutatja. Mint az első rész végén fogalmaz:

„S így amikor pusztán a bolygónk felületén lévő jelenségeket tekintjük, amikor látjuk, hogy egy ilyen hatalmas test el van látva a levegő, a fény és a nehézkedés nemese felszereléssel, egyszóval mindennel, ami maga a bolygó fennmaradásához és biztonságához kell, illetve ami a Földön élő

élőlények elképesztő sokaságának életéhez, egészségéhez, boldogságához, fennmaradásához és szaporodásához szükséges; midőn látjuk, hogy semmi sem hiányzik, semmi sem felesleges vagy haszontalan, semmi sem működik rosszul vagy alkalmatlanul, hanem minden, a kiegészítő részeket is beleértve, megfelel a maga összes céljának és feladatának; akkor mi másra következtethetünk, mint hogy minden nyilvánvalóan valamely terv alapján készült, és hogy a mű egész szerkezete valaminő értelmes lény, egy e műhöz illő erővel és mesterséggel rendelkező művész műve?”²

E bő 400 oldalas teljes indukciót lezáró végkövetkeztetés szerint pedig Isten minden műve nagyszerű, kutatásra méltó és nyilvánvaló, ezért az ateizmus észszerűtlen; és a teremtet mindezek alapján istenfélelemre, engedelmességre és hálára ösztönöz. Ezzel az érveléssel Derham a klasszikus kora újkori fiziko-teológiai iskola hagyományába illeszkedik.



A *Physico-Theology* magyar kiadásának címlapja (1793)

2 And so when we survey the bare Out-works of this our Globe, when we see so vast a Body, accouter'd with so noble Furniture of Air, Light and Gravity; with every Thing, in short, that is necessary to the Preservation and Security of the Globe it self, or that conduceth to the Life, Health, and Happiness, to the Propagation and Increase of all the prodigious Variety of Creatures the Globe is stocked with; when we see nothing wanting, nothing redundant or frivolous, nothing botching or ill-made, but that every thing, even in the very Appendages alone, answereth all its Ends and Occasions: What else can be concluded, but that all was made with manifest Design, and that all the whole Structure is the Work of some intelligent Being: some Artist, of Power and Skill equivalent to such a Work?

1 I could not better come up to his [Boyle's] Intent, than to attempt a Demonstration of the Being and Attributes of God, in what I may call Mr. Boyle's own, that is a Physico-Theological, Way.

A XVII–XVIII. századi fiziko-teológia olyan tudomány, ami Isten létezését és főbb tulajdonságait – mindentudás, mindenhatóság, jóság – a természet teleologikus működéséből kívánja bizonyítani. Miután e hagyomány szerint a világegyetem a szándékos, célszerű tervezés nyilvánvaló jeleit mutatja, ezért az ezt alátámasztó érvt gyakran nevezik a „tervezettségéből vett érv”-nek (*argument from design*) is. Az érv a klasszikus modell szerint két fő logikai fázisra tagolható: az első lépés egy – gyakorlatilag teljes – indukció, amelyben megvizsgáljuk, hogy a természet sokaság különböző szintjei (egyed, faj, nem, minőség) több, alapvető szempontból nézve célszerűek és összerendezettek-e. A második lépésben egy kettős szillogizmus révén először azt a következtetést vonjuk le, hogy a természetben tapasztalt fokú célszerűséget csak valamely megfontoló-mérlegelő intelligencia okozhatta, tehát pusztán mechanikus hatóokok nem (kartezianizmus elleni állásfoglalás), illetve a véletlen sem (atomizmus elleni állásfoglalás). Miután pedig ez az értelem kvázi-végtelen, vagyis meghatározhatatlanul nagy okozatot idézett elő – mondja a második szillogizmus –, ezért maga is legalább kvázi-végtelen. A hívó természettudósok ezeken az alapokon azután különböző érvelési stratégiákat dolgoztak ki a fiziko-teológia ateista-materialista alternatívái ellen, és a rossz problémájának megoldására is (teodicea). – Lássuk ezután röviden szerzőnk másik híres művét, a *Csillagteológiát* (*Astro-Theology*)!

Az *Astro-Theology* (1714) felépítése és főbb tézisei

A *Csillagteológiát* egy – George herceghez írott – ajánlás után hosszú *Preliminary Discourse* vezeti be. Derham itt egyebek mellett arról is beszámol, hogy megfigyeléseikhez használhatta Ch. Huygens egy nagyjából 40 méter (!) hosszúságú távcsövét is. Ezután bemutatja bolygórendszerünk ptolemaioszi, kopernikuszi és ún. „új,” aktuális tudományos modelljét (*the New System*). Ez utóbbi a Derham által helyesnek ítélt rendszer, szemelvényünk ennek ismertetését tartalmazza. A mű főszövegét alkotó első hét könyv ezután hét asztronómiai érvcsoportot terjeszt elő, melyek együtt kívánják alátámasztani a 8. könyvben levont végkövetkeztetést Isten létéről és az iránta tanúsítandó tisztelet, a vallás szükségességéről. Az első hét könyv jobbra részleges következtetéseket is tartalmaz, melyek áhitatra intenek a természet revelálta Teremtő nagysága előtt. Idézzük a 3. könyvet lezáró konklúziót, amely előbb Kepler 2. törvényének célszerűségét elemzi, majd így foglal állást a Naprendszer tervezettségéről:

„Ki az, aki e dolgokat megfontolván ne venné észre és ne csodálná az őket irányító kezét, egy végtelen kézműves szerkesztését és hatóerejét! Hisz ahol a bölcs elrendezés, megfontolás és irányítás ily világos vonásait látjuk, a matematikai arányosság ilyen egyértelmű figyelembe vételét, ott következtethetünk-e kevesebbre, mint hogy ész, ítélőerő és matematikai jártasság működtek közre az eredményben? Avagy létrehozhatta-e mindezt bármely más erő, mint egy végtelen lényé, akinek elégséges bölcsessége és hatóereje volt egy ilyen műhöz...? Amikor tehát ilyen szép rendet, ilyen illeszkedő arányokat látunk a világegyetem ezen régiójában, és amikor jó okunk van arra következtetni, hogy ugyanilyen rend lehet az egész világegyetemben mindeütt, akkor a józan ész elleni erőszaktétel nélkül képzelhetjük-e a világot másnak, mint Isten művének?”³

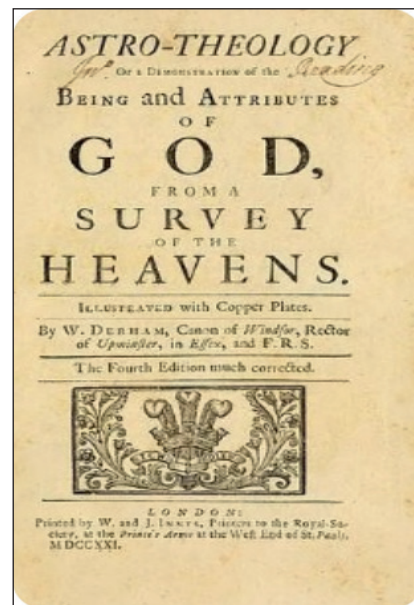
Az itt közölt szövegrészben Derham a – még Giordano Bruno által kezdeményezett – sokvilág-elméletet (*plurality of worlds*) képviseli. Brunóhoz hasonlóan (*De l'infinito, universo e mondi*, 1584) ő sem állítja, hogy a mi Naprendszerünk van a világ középpontjában, sőt, inkább ennek ellenkezőjét valószínűsíti, vállalva ennek esetleges teológiai következményeit. Szükségesnek tartja érvelni a kopernikuszi heliocentrikus modell mellett, ami arra utal, hogy a potenciális olvasóközönségben még lehettek Ptolemaiosz-követők. A nyílt világegyetem híve, sőt, úgy véli: ez a modell jobban kifejezi a Teremtő nagyságát, mint egy zárt modell. Tycho Brahe (*Astronomiae instauratae progymnasmata*, 1610) nyomdokaiba lépve megfigyeli látszólag új csillagok (valójában nóvák vagy szupernóvák) felbukkanását. Johannes Hevelius népszerű holdrajzára (*Selenographia*, 1647) hivatkozva és Christiaan Huygens-szel (*Kosmotheoros*, 1698) vitatkozva állítja, hogy a Naprendszer bolygói és a Hold lakottak, de elhárítja magától a kérdést, hogy a holdlakók vajon hogyan néznek ki, milyen alkatúak stb. A kötet egészének láb-

jegyzet-apparátusa tanúságot tesz a legmodernebb asztrológiai szakirodalom elmélyült ismeretéről, számos hivatkozással J. Flamsteedre (*Astronomical Lectures*), Newtonra (*Principia*), a szintén kortárs Halleyre és másokra.

Konklúzió

William Derham nem tartozott ugyan a legismertebb csillagászok, fizikusok közé, de a XVII–XVIII. század fordulójának, Newton és Locke korának mégis jelentős természettudós személyisége volt, aki a kor színvonalán álló tudományos módszertannal és technikai felszereléssel rendelkezett. Mint azt a Royal Society-beli tagsága és főbb műveinek francia, német, olasz, holland fordításai is kifejezik, a maga korában fizikusként is számon tartották (a hangsebesség meghatározása, az időmérés és -számítás technológiájának kutatása, az óramechanika elmélyült ismerete miatt), de a mi számunkra különösen mint fiziko-teológus érdekes. Fiziko-teológusként Derham korának gyermeke, amennyiben Newtonhoz, Rayhez, Boyle-hoz, Clarke-hoz hasonlóan harmonikusnak látja hit és racionalitás (tudomány) viszonyát: álláspontja szerint mindkét irányból el lehet jutni Isten létének tételéhez. Fiziko-teológiája ennek megfelelően nem is a modern értelemben vett ateizmus ellen irányul, hanem – mint J. J. Dahm kimutatta – az antik és korabeli atomizmus, a karteziánizmus és a spinozizmus ellen, tehát lényegileg a heterodoxnak ítélt Isten- és gondviselésképzetek ellen. A csillagászat területén a felvázolt három fő világmodell közül saját megfigyelései és elemzései alapján az „Új Rendszer”-t tartotta a legvalószínűbbnek. Ezt fejtegetve ítélt úgy, hogy Isten végtelenségét, végtelen alkotóerejét jobban bizonyítja egy nyílt, határtalan világegyetem, mint egy zárt, véges világ. További következtetéseiben is a korszellemet – Keplert (*Somnium*), Godwint (*Man in the Moone*) és Fontenelle-t (*Entretiens sur la pluralité des mondes*) – követve állítja, hogy feltehetőleg a Holdon is van élet; sőt, valószínűsíti, hogy minden bolygórendszerben vannak élőlények. Miután azonban Derham eleve Isten csodálatos művének tekintette a világmindenséget, ezért tudományos téziseit itt-ott nem támasztja alá a szükséges precizitással, csupán hálát ad Istennek, hogy ilyen jól működő szerkezetet hozott létre, mint a világegyetem. A tudomány és a kegyes szemlélődés között tehát ekkor még könnyű volt az átmenet. A kora újkori fiziko-teológiai iskola, melynek Derham – a holland matematikus Nieuwentytel együtt – épp a csúcspontján lép fel, azután a XVIII. század közepe felé felhígul, Lesser, Pluche, Fabricius és Trescho műveivel fokozatosan ellaposodik, bár utolsó nagy kép-

viselője, W. Paley, a XIX. század elején lép fel. Derham művei azonban a mai napig bizonyítják, hogy a XVIII. század kezdetén milyen általános törekvés volt a természettudományokat a hittel, a hitet pedig a természettudományokkal ötvözni. Áttekintésünk végén adjuk át a szót magának Derhamnak! A következő részletben szerzőnk mellett érvel, hogy a Holdon is vannak tengerek...



Az *Astro-Theology* 4. kiadásának címlapja (1721)

William Derham: *Csillagteológia: „Az Új Rendszerről”*

Amikor így bemutattuk a világegyetem állapotát az Új Rendszer szerint, általában azt szokták kérdezni, hogy mi haszna van ily sok bolygónak, amennyit a Nap körül látunk, és a többi soknak, melyek elgondolásunk szerint az állócsillagok körül vannak. Erre azt felelem, hogy mindezek világok, vagyis lakóhelyek, amit abból következtethetünk ki, hogy lakhatóak, és rendelkeznek a lakhatás feltételeivel. Ez eléggé nyilvánvaló a mi Napunkhoz tartozó bolygókban, amennyiben ezek is átlátszatlan [opaque] testek, mint amilyen a mi Földünk is, amelyek minden valószínűség szerint földből és vízből, hegyekből és völgyekből állnak, és atmoszférávan körülöttük, hordak szolgálnak nekik, megvilágítja, melegíti és befolyásolja őket a Nap, melynek éves látogatásai alkotják számukra az évszakokat, gyakori visszatérései pedig a nappalokat és éjszakákat. Egyetlen dolog van csak, melyről a megfelelő megfigyelések híján nem tudtam úgy beszélni, ahogyan szerettem volna: éspedig a Holdon lévő tengerekről, az ötödik könyv negyedik fejezetének 1. jegyzetében. Ezek létét Huygens úr tagadja: *Marium vero similitudinem*

3 And now, who can reflect upon these things, and not perceive and admire the Hand that acteth in them, the Contrivance and Power of an Infinite Workman! For where we have such manifest strokes of wise order, counsel, and management, of the observance of Mathematical Proportions, can we conclude there was any thing less than Reason, Judgment, and Mathematical Skill in the case? or that this could be effected by any other Power; but that of an Intelligent Being, who had Wisdom and Power sufficient for such a Work...? And so when we see such good order; such due proportions in this Region of the Universe, and have good reason to conclude the same may be throughout the whole, can we, without great violence to Reason, imagine this to be any other than the Work of GOD?

illic nullam reperio stb.: a Holdon „nem találok semmi olyasmit, ami tengerekhez hasonlítana, habár Kepler és a legtöbb csillagász más véleményen van. Hisz ha e hatalmas sík régiókat, melyek jóval sötétebbek, mint a hegyi területek, s amelyeket általában tengereknek tekintenek, és óceánoknak neveznek, egy hosszú teleszkóppal szemlélem épp ezeken a helyeken, akkor kis kerek üregeket találok, melyekbe árnyék esik; s amelyek nem lehetnek a tengerek felszíne; miként amaz igen széles mezők sem, melyeket ha gondosan megvizsgálunk, nem mutatkoznak teljesen egyenletes felszínűnek. Minél fogva ezek nem lehetnek tengerek, hanem olyan helyek, melyek a dombosabb részek anyagánál egy kissé világosabb anyagból állnak, bár egyes helyek itt is világosabbak, mint mások.” Így foglal állást az igen elmés Huygens úr, aki ezután azzal folytatja, hogy megmutatja: nincsenek ott se folyók, se felhők, se levegő, se pára.

De hogy igenis vannak tengerek, azaz nagy vízgűjtők, s következőképpen folyók, felhők, levegő és gőzök a Holdon, azt a saját vizsgálódásaim és megfigyeléseim némelyike alapján fogom megmutatni; mely megfigyelések jelentős részét Mr. Huygens saját fent említett hosszú távcsövével végeztem; amelyen keresztül és az összes többi hosszú látcsövön keresztül nézve a holdfoltokat mindig inkább tengerekhez hasonlónak gondoltam, mint a rövid távcsöveken át nézve, és nem tengertől különböző dolognak.

Való igaz, hogy ezeken a tengernek vélt helyeken vannak olyan üregek, amilyenekről Mr. Huygens beszél, vagyis inkább hegyek árnyékos üregekkel, valamint néhány kevésbé sötét résszel. Így a holdi Fekete- [Lunar Euxine] és Földközi-tenger déli részén, a Sinus Sirbonisban, az egyiptomi és különféle más tengereken van számos olyan rész, amely fényesebbnek tűnik, mint mások; melyek közül egyesek szikláknak tűnnek és szigeteknek, mások nagy kiterjedésű sekélyeseknek, különösen a partok irányában, elsősorban a kontinensekkel határos tengereken, mint például a holdi Egyiptom és Palesztina nagy déli kontinensén. De ez nem döntő bizonyíték arra nézve, hogy ezek a részek nem tengerek; mert lehetnek sok szigettel és sekély vízzel bíró tengerek. De más részekben, sőt, az imént említett helyek bizonyos területein is a foltok sötétebbnek mutatkoznak, és csak néhány található rajtuk az említett kiemelkedésekből vagy szigetekből, világosabb vagy sekélyebb részekből. Ilyenek az Északi Fekete- és Földközi-tenger, a Moetis-mocsár [Palus Moetis] és számos további holdbéli tenger; ezeken csak

kevés, szigetnek vagy sekélyesnek látszó rész észlelhető, csupán itt-ott akad egy-egy, jelentős távolságokra egymástól.

Nem kétlem, hogy a mi föld és víz alkotta glóbusunk pontosan ilyennek mutatkozna, ha a Holdról vagy néhány mér-földes távolságból néznénk rá. Azt lát-nánk, hogy mély óceánjaink olyan, sötétebb színűek lennének, mint a Hold sötétebb foltjai; St. Helena és Ascension magányos szigetei és a Ladrões, a Kanári-szigetek, az Azori-szigetek stb. nagyobb létszámú szigetcsoportjai pedig ugyanolyannak mutatkoznának, mint a néhány elszórt sziget a mélyebb holdbéli tengereken; és a mi sekély tengereink a bennük elszórt számos sziklával és szigettel, különösen a kontinensek közelében, úgy néznének ki, ahogyan az ilyen tengerek a Holdon.



A Hold képe Hevelius *Selenographiája* alapján
(Derham, *Astro-theology*)

Hogy a Hold földrajzában járatlan olvasó megértse, mit mondok itt és másutt a Hold részeiről és kinézetéről, ezért az 4. és az 5. ábrán ábrázoltam ezeket a dolgokat. A 4. ábra a telihold képét mutatja, annak világos és sötét részeit, melyek többségének Hevelius adott nevet, akinek holdrajza [Lunar Geography] méltán a legelismeretebb. Az 5. ábrán a Hold peremének 1714. november 4-i megjelenését mutatom meg röviddel a negyedállás [Quadrature] után, hogy ezzel magyarázzam azt, amit a holdfoltok felszínének egyenletességével kapcsolatban mondok az 5. könyv 4. fejezetének a) jegyzetében. Ezen az ábrán megfigyelhető, hogy az összes tenger felszíne egyenletesnek és simának tűnik, csak itt-ott mutatkozik kis távolságokban egy szikla vagy sziget teteje. Az Északi-

tenger felszíne ennek megfelelően a és b között síknak és egyenletesnek tűnik, bár teleszkópon keresztül az a tenger csupán egy nagy tónak vagy mocsárnak tűnik. Ugyanígy a Földközi-tenger részei d körül h-tól i-ig, kivéve ott, ahol sziklák vagy szárazföld szakítják meg, mint h-nál, g-nél, b-nél és c-nél. A legutóbbi helyen kezdődik egy dombvonulat, mely a Földközi-tenger északi részét öleli körbe, ami szép látványt nyújt a teleszkópban.

Most pedig megfontolva, hogy milyen tökéletes a Hold és az összes többi bolygó lakhatás szempontjából, és ennek ellátására milyen komoly felszerelésük van; és figyelembe véve azt is, hogy e felszerelések csak az illető bolygóra vonatkoznak, és valószínűleg csupán csekély hasznuk van a mi Földünk számára, vagy pedig egyáltalán semmilyen sincs; ezért az

Új Rendszer képviselői megalapozottan vonják le azt a következtetést, hogy ezek a bolygók, sőt, a Naphoz és az állócsillagokhoz tartozó összes bolygó is lakható világok [habitable Worlds]; olyan helyek, melyeket a lakhatásra való alkalmasságukkal arányos mértékben be is népesítenek a megfelelő lakók.

A következő kérdés mármost, melyet általában fel szoktak tenni, így hangzik: Miféle teremtmények lakják őket? Ezt a nehézséget azonban nem lehet leküzdeni kinyilatkoztatás nélkül, illetve sokkal jobb eszközök nélkül, mint amilyeneket a világ eddig ismert. De ha az olvasónak esetleg kedve támad valószínű feltevésekkel mulatnia magát Naprendszerünk bolygóinak berendezéséről, hogy ti. feltehetőleg milyen országok lehetnek ott, milyen növények teremnek, miféle ásványok és fémek lelhetőek fel, milyen állatok élnek ott, milyen testrészekkel, képességekkel és adottságokkal rendelkeznek, és további hasonló kérdésekkel; akkor eléggé kellemes időtöltési lehetőséget találhat Christiaan Huygens Úr *Cosmotheorosában* és néhány más szerzőben, akik írtak e témáról. Inkább ezekre utalom az olvasót, mintsem hogy neki, vagy akár magamnak bárminő további gondot okozzak ezen tárgyak kapcsán, melyek teljesen feltételesek. ...

S most befejezőképpen csupán arra kérem minden olvasómat, hogy velem együtt komolyan könyörögjenek azért, hogy amennyire ez a munka az emberiség javát, s különösen a hitetlenek és a vallástalanok [Infidels and Irreligious] meggyőzését, valamint Isten tiszteletét s imádatát, és az igaz vallás művelését szolgálja, annyira meg is legyen a kíváncsatos hatása. □

RADNAI GYULA

Machizmus és empiriokriticizmus

Idén van Ernst Mach halálának 100. évfordulója. Milyen híre és visszhangja volt Mach munkásságának Magyarországon a XX. században? Hogy erre válaszolhassunk, előtte kis kitérőt teszünk a politikai eszmék történetének világába. 1909-ben jelent meg ugyanis V. I. Lenin (1870–1924) „Materializmus és empiriokriticizmus” c. műve, amely meghatározó befolyással volt Mach tudományfilozófiájának magyarországi visszhangjára a XX. század második felében. Érdemes néhány mondatban felidézni e mű születésének körülményeit.

A természettudományokról Ernst Mach által megfogalmazott nézetek, a tapasztalás elsődlegességébe, sőt, kizárólagosságába vetett hit a századforduló táján sok gondolkodót ragadtat magával Európában. Akadtak köztük emigrációban élő, volt és leendő orosz forradalmárok is. A. Bogdanov (1873–1928) és sógora A.V. Lunacsarszkij (1875–1933) – egyébként Lenin közeli ismerősei – szerették volna ezt a nézetrendszert összeegyeztetni a marxizmussal. Bogdanov 1904 és 1906 között három kötetben adta ki „Empiriomonizmus” c. művét, Lunacsarszkij pedig Richard Avenarius (1843–1896) lelkes tanítványa lett Zürichben.

Richard Avenarius, aki igazi filozófus volt, saját filozófiájára alkalmazta a „kritikai empirizmus” meghatározást. Ezt nevezte Lenin empiriokriticizmusnak. Avenarius azt hirdette, hogy a tudományos filozófiának mentesnek kell maradnia mind a metafizikától, mind a materializmustól, egyedül a tapasztalatok rendszerezésére szabad szorítkoznia.

A marxizmus iránt elkötelezett forradalmárok, mint G.V. Plehanov (1856–1918), vagy maga Lenin, nem hagyhatták ezeket a nézeteket szó nélkül. Érdekes adalékot szolgáltat a történethez Predrag Vranicki (1922–2002) horvát filozófus „A marxizmus története” c., először 1961-ben kiadott könyvében [1]: „Plehanov vitába is szállt velük, különösen Bogdanovval, de Lenin ez nem elégítette ki. 1908. március 24-én Gorkijhoz írt levelében megjegyzi, hogy 'Plehanovnak lényegében teljesen igaza van velük szemben, csak nem tudja, vagy nem akarja, vagy éppen lusta ezt konkrétan, alaposan, egyszerűen megmondani, anélkül, hogy mindenféle rafinált filozófiai kifejezéssel rémítgetné a közönséget. Én azonban mindenképpen meg fogom mondani a magam módján.’ Bogdanov, Bazarov, Lunacsarszkij bolsevikok voltak, s Lenin nem akarta, hogy filozófiai nézeteltérések miatt politikai viszállyra vagy szakadásra kerüljön sor köztük. Ezt, különösen Gorkijhoz írt leveleiben, többször is hangsúlyozta...”

Lenin tehát kímélni akarta közeli ismerőseit, köztük sakkpartnerét, annak sógorát, sógorának tanárát, ezért Machról, a tőle távol álló fizikusról nevezte el ezt a könyve címében még empiriokriticizmusnak hívott nézetrendszert. Az empiriokriticizmust egész egyszerűen átcímkezte „machizmus”-nak.



Erdős (Engländer) Lajos középiskolai tablóképe

Nem éppen ok nélkül. 1886-ban jelent meg Ernst Mach „Die Analyse der Empfindungen” (Az érzetek elemzése) c. könyve, melyre első sorban német nyelvterületen figyeltek fel.

A legfontosabb személy, aki eleinte magáévá tette Mach felfogását, az idő fizikai fogalmát objektíve viszonylagossá tevő, Planck által relativitáselméletnek elnevezett teóriát felállító Albert Einstein volt.

Max von Laue vékony kis fizikátörténeti könyvében a következő olvasható:

„...Machnak az a gondolata, amely a testek tehetetlenségét teljes egészében a többi anyag hatására akarta visszavezetni, az általános relativitáselmélet kifejlődésében jelentős szerepet játszott. Einstein, akit Mach gondolatmenetei ifjúságától kezdve erősen befolyásoltak, csakhamar belátta, hogy ezeket véges nagyságú világtérre, de csakis ilyenre lehet alkalmazni. Ezért téregyenleteihez még egy kis – többnyire elhanyagolható – póttagot csatolt, amely bizonyos 'kozmológiai' állandót tartalmazott...” [2]

Simonyi Károly „A fizika kultúrtörténete” c. könyvében elég sok helyen szerepelnek Mach gondolatai, többek között Einstein Önéletrajzi jegyzetek c. művéből idéz: „Ernst Mach volt az, aki 'A mechanika története' című művében megrázta ezt a dogmatikus hitet (hogy ti. minden természettudomány alapja a newtoni mechanika – R.Gy.), ez a könyv mély benyomást tett rám ebben a tekintetben, amikor hallgató voltam. Mach nagyságát megingathatatlan szkepticizmusában és önállóságában látom; jöllehet fiatalabb éveimben Mach ismeretelméleti állásfoglalása is erősen befolyásolt, ez az állásfoglalás ma lényegében tarthatatlannak tűnik előttem...” [3]

A „Die Analyse der Empfindungen” megjelenésekor Mach Prágában volt a kísérleti fizikai tanszék egyetemi tanára, ötygyerekes családapá, számos eredeti ötlettel vívta ki már addigra a fizikusok elismerését. Mi hajtotta a filozofálás irányába? Leginkább az emberi gondolkodás, az emberi idegrendszer működése iránti kíváncsiság, amelyet mindenekelőtt az emberi érzékelés kísérleti vizsgálatával igyekezett kielégíteni. Az itt nyert tapasztalatok erősítették fel kritikai gondolkodását – ha úgy adódott, akár a klasszikus fizikával, Newton munkássá-

gával szemben is. A mechanikai fogalmak kialakulását, fejlődését bemutató könyve 1883-ban egyszerre jelent meg németül (*Die Mechanik in ihrer Entwicklung*) és angolul (*The Science of Mechanics*). Innen pedig egyenes út vezetett a tudományos gondolkodás kritikai vizsgálata felé. „Az érzetek elemzése” 1897-ben jelent meg angolul (*The Analysis of Sensations*), de ekkor Mach már újra Bécsben dolgozott, ahol 1896-ban kiadta *Die Principien der Wärmelehre* (A hőtan elvei) c. könyvét.

Hogyan és elsősorban kikre hatottak Mach nézetei Magyarországon?

A hazai filozófiai szakirodalomban érdekes módon először csak 1898-ban esik szó Mach könyveiről [4]. Az *Athenaeum* „philosophiai és államtudományi folyóirat”-ot 1891-ben alapította és 1914-ig szerkesztette Pauer Imre (1845–1930) filozófus, akadémikus, a Magyar Tudományos Akadémia megbízásából. Itt jelent meg 1898-ban Horváth József (1858–1932) pápai református főiskolai tanár mintegy 20 oldalas, igényes könyvismertetése Ernst Mach 1896-ban kiadott *Hőtanáról* és az 1897-ben már harmadik kiadásban megjelent *Mechanikájáról*.

Horváth József írta [5]: „Mach legújabb munkája, a *Principien der Wärmelehre* és *Mechanikájának* utóbbi kiadása új bizonyosságai annak az élénk érdeklődésnek, melyet korunk a tudományok alapelveinek vizsgálata, e lényegében philosophiai feladat iránt tanúsít, s mely az utóbbi évek tudományos munkásságát előnyösen jellemzi. E művek írója a mai természettudósok egyik legkiválóbb alakja, aki méltóan képviseli végére hajló századunk három utolsó évtizedének mind határozottabban kidomborodó jellemvonását: a természet-tudományok és a philosophia szorosabb, belső egységét.”

A huszadik század első évtizedében azután itthon is felgyorsultak az események. 1907 karácsonyán jelent meg a *Nyugat* első száma. A szerkesztők táborához 1908 márciusában csatlakozó Balázs Béla (1884–1949), a „A kékszakállú herceg vára” szerzője, „*Dialógus a dialógusról*” címmel több éven át ebben a folyóiratban fejtette ki nézeteit párbeszéd formájában a művészetéről, s odáig jutott, hogy a világot is úgy konstruáljuk, mint a művészetet. Nem nehéz ebben felfedezni Avenarius és Mach hatását. Láncki Jenő (1875–1944) szociológus, ügyvéd, az 1900-tól megjelenő társadalomtudományi folyóirat, a *Husadik Század* munkatársa, a *Nyugat* 1909. évi 15. számában ismertette és értékelte Ernst Mach „*Erkenntnis und Irrtum*” c. munkáját. Ezt a könyvet, mely angolul „*Knowledge and Error*” címmel csak 1976-ban jelent meg, Mach Bécsben, egy 1897-ben elszenvedett stroke-ot követően, félig lebéntulán írta. Balázs Bé-

la Mach impresszionista relativizmusáról értekezett, Láncki Jenő pedig Machot pszichomonistának, kritikai metafizikusnak nevezte, aki a gondolkodás ökonómiájával magyarázza az érzetek között feltárt kapcsolatokat.

Polányi Károly (1886–1964) gazdaságtörténész, az 1908-ban alakult Galilei Kör első elnöke lefordította és bevezette Mach „*Die Analyse der Empfindungen*” c. könyvét. 1910-ben jelent meg „Mach Ernő: Az érzékek elemzése” Budapest, Deutsch Zsigmond és Tsa kiadásában [4].

Erdős Lajos (1879–1942) – Erdős Pál (1913–1996) matematikus édesapja – még mint a zsolnai főreáliskola mennyiség-tan-természettan (matematika-fizika) szakos tanára írt és 1910-ben „Természettudomány és filozófia” címmel közölt egy hosszú tanulmányt az Alexander emlékkönyvben. Azután már Budapesten, a Huszadik Században jelent meg két részletben „Ernst Mach filozófiája” c. alapos tanulmánya 1913-ban, fia születésének évében. A világháború, az azt követő orosz hadifogság se tudta eltéríteni Erdős Lajos érdeklődését az 1916-ban elhunyt Ernst Mach filozófiájától, és ő is lefordította Mach híres könyvét. „Az érzetek elemzése” pontosabb címmel. 1927-ben jelent meg ez a fordítás a *Filozófiai Írók Tárában*, mely elé Erdős Lajos egy részletes Előszót is illesztett. Ma már az MTA Filozófiai Kutatóintézet jóvoltából az egész könyv felkerült az internetre [6].

Erdős (születésekor és diákeveiben még Engländer) Lajos filozófiai érdek-

mélyiségét viszont egy 2008-ban megjelent irodalmi tanulmány segít megőrizni a mai, XXI. századi érdeklődők számára [7]. A *História Tudósnaptárban* Erdős Lajos szócikkéhez kapcsolódóan további érdekes web dokumentumokat találhatunk [8].

Erdős Lajos már nem, de Polányi Károly még megérte azokat a szomorú időket, amikor a második világháborút követően Mach neve Magyarországon a hivatalos politikai nyilatkozatokban, filozófiai tanulmányokban, egyoldalúan negatív megvilágításba került. Ez a beállítás egyértelműen a Szovjetunió „legfelsőbb köréből” származott, és kötelező jelleggel került át a hazai szakirodalomba.

Például Kudrjavcev A fizika története című, Moszkvában 1948-ban megjelent, és már 1951-ben magyarul is olvasható könyvében (felelős szerkesztő Szamosi Géza), a szerző előszavában az alábbi mondatokra lelhetünk:

»Lenin halhatatlan művében, a „Materializmus és empirikriticismus”-ban páratlanul mélyrehatóan elemzi a modern fizika válságának okait, felfedi az osztályjellegét annak az ideológiai harcnak, amely az új fizikai felfedezések kapcsán robbant ki. Lenin zseniálisan előre látta, hogy a machizmus, amely nem egyéb, mint a reakció rejtett formája, elvezet a leplezetlen, féktelen reakcióig. Ismeretes, hogy Leninnek ez a jóslata beigazodott a második világháború kitörésének küszöbén, amikor a fasiszta ideológusok nyíltan magasztalták a középkori



Az idős Ernst Mach

lődése már középiskolás korában kialakult Hódmezővásárhelyen, az ev. ref. főgimnáziumban, nem kis részben egykori osztályfőnöke, Halmi János (1848–1933) hatására, aki nemcsak matematikára és fizikára, hanem bölcsészetre is oktatta tanítványait. Az idős Erdős Lajos sze-

obskurantizmust. Rendkívül kiéleződött ez az ideológiai harc a második világháború befejezése után. Ez is beletartozik a reakció nagy haditervébe, amely meg akarja bénítani az emberiség történelmi haladását abban a korban, midőn „minden út a kommunizmushoz vezet”.«

1948-ban a Szikra kiadásában jelent meg magyar fordításban Lenin Materializmus és empiriokriticismus c. könyve, amelyről mindjárt 1949-ben a Társadalmi Szemle, a Magyar Dolgozók Pártja ideológiai folyóirata közölt felmagasztaló ismertetést. A folyóirat főszerkesztője a Szovjetunióból 1945-ben hazatért Fogarasi Béla (1891–1959) kommunista filozófus volt. Ő maga írta a cikket „A materializmus és empiriokriticismus negyven éve” címmel. Beállítódására jellemző, hogy még ugyanebben az évben írt és jelentetett meg egy másik tanulmányt a Társadalmi Szemlében, „Sztálin, a filozófus” címmel...

Tíz év múlva, 1959-ben a Társadalmi Szemle Szecsődi László (1924–1962) marxista filozófus, Moszkvában frissen kandidált pártfőiskolai tanár cikket közlött „Lenin: A materializmus és empiriokriticismus c. művének történelmi jelentősége” címmel. Az ő beállítódására is jellemző a még ugyanebben az évben kiadott könyve, feltehetően a kandidátusi disszertáció magyar fordítása, melynek a címe: „Az ellentmondás fejlődése és megoldódása” volt...

1959 és 1962 között jelent meg a hatkötetes „Új magyar lexikon”, ennek felelős szerkesztője a szintén a Szovjetunióból érkezett Berei Andor (1900–1979) volt. Nem is lehetett vitás, ez a lexikon is a „machizmust” az empiriokriticismus másik elnevezésének tartotta, amely „a ’kritikai tapasztalat’ filozófiája, szubjektív idealista filozófiai irányzat. Megalapítói R. Avenarius és F. (sic!) Mach, elméletüket a materializmus és az idealizmus állítólagos avult ellentétén való felülemelkedésnek tüntetve fel... Lenin Materializmus és empiriokriticismus c. művében bizonyította be ennek tarthatatlanságát.”

Csak miután 1963-ban Berlinben Friedrich Herneck (1909–1993) német marxista filozófus és tudománytörténész publikálta Einstein és Mach levélváltását, akkor jelent meg egy visszafogottabb hangú, de továbbra is elutasító értékelés Machról a Fizikai Szemlében 1967-ben, Elek Tibor (1910–1972) hazai marxista filozófus tollából [9]. Ő sem felejtett el Leninre hivatkozni, amikor ezt írta: „Lenin a ’Filozófiai füzetek’-ben primitív idealizmusnak, furcsa, szörnyű, gyermekként képtelenségnek nevezi az absztrakt fogalmak képzeletbeli önállósítását, az anyagtól elkülönülő szubsztanciális léttel való felruházását”. De ő már Planck és Mach vitájáról is megemlékezett: „Ugyanabban az évben, amikor Lenin ’Materializmus és empiriokriticismus’ címmel megírta ’kritikai jegyzeteit egy reakciós filozófiáról’, 1908. december 9-én

Planck előadást tartott a leideni egyetemen a természettudományi kar hallgatósága előtt ezzel a címmel: A fizikai világkép egysége.” A cikk végén Elek Tibor összefoglalta a materializmus álláspontját a vitatott kérdésekben, s így



Lenin és Bogdanov sakkoznak Gorkij Capri szigeti nyaralójában

fejezte be írását: „A modern fizika fejlődése ezt a materialista álláspontot erősíti, amelyhez a fent idézett fizikusok közül Planck felfogása állt a legközelebb.”

Még az apolitikusnak gondolható Idegen szavak szótára 1965-ös kiadásában is az áll, hogy az empiriokriticismus „más néven machizmus”. Az MTA Nyelvtudományi Intézetének kiadásában 1972-ben megjelent Magyar Értelmező Kéziszótár meghatározása szerint pedig az empiriokriticismus „A világot pusztán érzéki észleletek komplexumának tekintő 19. sz. végi szubjektív idealista filozófiai irányzat.” Az „érzéki észlelet” nyilván az „érzet” nyelvi pontosított változata, és rossz az, aki rosszra gondol. (Nem rossz az – mondta Findlay.)

Zárjuk ezt a rövid visszatekintést Moldova György „Magyar atom” c., először 1978-ban a Magvetőnél megjelent művének egy kis részletével, oldandó a talán túl komolyra sikerült eszmefuttatást az empiriokriticismusról [10]: „1952-ben kerültem be a Színház és Filmművészeti Főiskolára – nem színésznek jelentkeztem, volt otthon tükör, hanem dramaturgnak. Már az első nap bementem a könyvtárba, hátha itt megtalálom azokat a könyveket, melyeket a kiszuperált vilámoson hiába kerestem. Egy színésznevendő állt előttem a sorban. – Elvtársnő – mondja a könyvtárosnőnek –, megvan maguknak az „Egymillió pici Krisztus”? – Egymillió pici Krisztus?! Ki írta? – Le-

nin. Úgy hallottam, nagyon érdekes. Eltartott vagy negyedórát, amíg rájöttek, hogy a jövő nagy jellegűje az Empiriokriticismus-ra gondol, hóna alá fogta a vaskos kötetet, és elégedetten távozott.” ♦

A felhasznált főbb források

- [1] Predrag Vranicki: A marxizmus története http://adattar.vmmi.org/cikkek/9809/hid_1970_04_05_predrag.pdf
- [2] Max von Laue: A fizika története, Gondolat Kiadó, Budapest (1960), 89. old.
- [3] Simonyi Károly: A fizika kultúrtörténete, 3., átdolgozott kiadás, Gondolat Kiadó, Budapest (1986), 382. old.
- [4] Palló Gábor: Magyar tudományfilozófia, Magyar Tudomány, 2001/4 <http://epa.oszk.hu/00700/00775/00029/428-435.html>
- [5] IRODALOM, Dr. Ernst Mach: Die Principien der Wärmelehre. Dr. Horváth József Athenaeum VII: 297. old. (1898) http://real-j.mtak.hu/2013/1/Athenaeum_1898.pdf
- [6] Ernst Mach: Az érzetek elemzése, fordította Erdős Lajos, Franklin Társulat, Budapest (1927) http://web.archive.org/web/20091013142018/http://www.fil.hu/uniworld/egyetem/restricted/filtort/Mach_cont.htm
- [7] Lengyel András: Az „esernyőjét elhagyó öreg tanár” és József Attila, Forrás 40/6 (2008) <http://www.forrasfolyoirat.hu/0806/lengyel.pdf>
- [8] <http://tudosnaprta.kfki.hu/historia/egyen.php?nanev=erdos>
- [9] Elek Tibor: Mach, Planck és Einstein filozófiai vitájáról, Fizikai Szemle XVII.: 79-87. old. (1967)
- [10] Moldova György: Magyar atom, Urbis Könyvkiadó Budapest (2007) 296 o. <http://moly.hu/konyvek/moldova-gyorgy-magyar-atom>

MAJOR ISTVÁN

Piac a trópuson

Kisgyermekkorom óta – ami bizony eléggé régen volt, még az elmúlt évszázad első felében – különös érdeklődéssel és élvezettel figyelem a piacok érdekes, változatos világát. Akkoriban jellegzetes, zárt kis szigetek voltak a városokban a piacok. Bár ezek a piacok évszázados hagyományok szerint működtek, mégis mindegyik különböző volt, mindegyiknek megvolt a sajátossága, különlegessége. Munkám során először a hazai, majd évek múltán a nagyvilág piacait, vásárcsarnokait is sikerült megismernem. Szomorúan vettem tudomásul, hogy elsősorban Magyarországon, de a világ más országában is lassan eltűnnek, illetve átalakulnak ezek a számomra kultikus helyek. Európa nagyvárosaiban – így Magyarországon is – a modernizáció teszi tönkre a régi piacok hangulatát. Lassan már nem sok különbség lesz az eredeti, történelmi helyükön működő piacok, vásárcsarnokok és a modern kor plázái között. A legendás közel-keleti, észak-afrikai piacokat pedig a háború tette tönkre. Am a trópusi Dél-Amerikában, Kolumbiában, Ecuadorban és főleg Braziliában még mindig a XIX. században érzi magát a látogató, ha felkeresi a helyi piacok bármelyikét. Ebbe a sokszínű, változatos, számunkra már szinte mesészerű világba kalauzoljuk el olvasóinkat.

Dél-Amerika gyarmatosítását követően ugyan hamarosan megjelentek az első városok, de igazi felvirágzásuk csak a XVII–XIX. században kezdődött meg. Ezt megelőzően a gyarmatokon megtermelt áru és a nyersanyagok legnagyobb része a gyarmattartó országokba került, a belföldi kereskedelem csak lassan fejlődött. Ekkor létesültek a koloniális városok piacai, természetesen európai mintára. Gyakorlatilag mindegyik ilyen létesítmény azonos elvek szerint épült, ennek ellenére mégis megvan valamennyinek a maga sajátossága, jellegzetessége. Ennek oka az, hogy ezekben a piacokban sajátos keveredik az európai koloniális stílus, és a helyi életforma rengeteg eleme, ami országonként és vidékenként különböző.

A piactér mindenütt elkülönül a települések vallási és közigazgatási központjától. Ennek megfelelően, minden városban van legalább két köztér, az egyiket a piac foglalja el, a másikat a templom, sokszor a városházával együtt. A piactér közepén áll a központi épület, amely mindig földszintes. Az egyszerűbbekben egy nagy, széles központi folyosó fut végig, amelyet egy, vagy több keresztfolyosó oszt kisebb egységekre. A nagyobb építményekben ezek a keresztfolyosók önálló tömbökre osztják a piacot, de az is előfordul, hogy a keresztfolyosók nyitottak, így maga a főépület több részből áll. Az épület külső oldalán sorakoznak az üzlethelyiségek, de ugyanígy, a belső tér folyosóin is árusítóhelyek, illetve egyéb célokat szolgáló helyiségek vannak.



A férfifodrászatban tucatnyi borbély dolgozik, mögöttük a következő vendégek várakoznak (A szerző felvételei)

Az élet a piacokon kora reggel kezdődik, és a színes nyüzgés egészen délig tart. Ekkor megszűnik az árusítás, a piacok nagy része bezár. A trópusokon ugyanis ilyenkor már szinte elviselhetetlen a hőség, és mivel ezekben a létesítményekben nincs légkondicionálás, a vásárlók is elmaradnak. Hetente egy alkalommal van „nagy piac”, ilyenkor tömegével jelennek meg a nyitott árusító sátrak, amelyek gyakorlatilag az egész teret betöltik, járművel sokszor közlekedni sem lehet. A nagy ünnepeken azután még ennél is nagyobb a felfordulás, ilyenkor a hőség ellenére még délután is élénk a forgalom.

Tegyük képzeletbeli látogatást egy mozgalmasabb piaci napon Braziliában, a

Ceará állambeli Cascavel városában. A település jellegzetessége, hogy közel épült az óceánhoz, valamint a ceairai fővároshoz, Fortalézához, a közelében pedig nagyon népszerű tengerparti üdülőhelyek és apró halászfalvak vannak. Cascavel tehát ma is élénk, forgalmas város, de a jelentősége régen nagyobb volt. A tágas piactéren egyetlen középületet találunk, a Bonco do Brasil, a központi bank helyi fiókját – ez egyébként sok más városban is így van. Érthető, hiszen a vásárláshoz pénz kell. Maga a piac épülete itt jóval nagyobb a megszokottnál, és az átlagtól eltérően több egységből áll. Eredetileg a központi épületet a tér végére építették, és a maradék nagy, szabad térség szolgált az ideiglenes bódék, árusítóhelyek számára. Ahogyan azonban az igények és a forgalom nőtt, újabb és újabb köépületet emeltek, és így lassan majdnem az egész teret betölti a fedett piac.

A legrégebbi épület ma már nem tudja betölteni eredeti szerepét, ugyanis túl aprók az itt kialakított üzlethelyiségek. Ezekben most órásműhely, látszerész, vagy mobiltelefon és lottószelvényt árusító bolt található. A hosszanti folyosó viszont már igazi helyi különlegesség, mert itt férfifodrászat működik. Egymás mellett vagy tucatnyi figaró serénykedik, mindegyik mögött néhány szék, amelyen a következő kliens várakozik, mert a borbélyötperc itt is érvényes. A várakozók, a fodrásmester, és az éppen soron lévő vendég között élénk társalgás folyik, melynek témája vagy a foci, vagy a poli-

tika. Mivel sokan, egyszerre és főleg hangosan beszélnek, a piacnak ezt a részét állandó zsongás jellemzi.

A következő épületet elválasztó nyílt teret az őstermelők nyitott árusítóhelyei foglalják el. Itt hihetetlenül nagy a zöldség- és gyümölcskínálat. Az őstermelők pultjain az ismerteken kívül sok, számunkra különleges termés is látható. Az árusok – látva az idegenből érkezett látogató csodálkozását – szívesen adnak kóstolót, már csak azért is, mert ezt sok esetben vásárlás követi. Nehéz ellenállni az itt látott finomságoknak, amelyek nemcsak hogy frissek, hanem mindig sokkal olcsóbbak is az üzletekben kínálnaknál.

Hogy a következő épületben mit árulnak, azt már messziről megérzi a látogató. Ez ugyanis a halakat árusító csarnok. Az óceán közelsége miatt az édesvízi fajokon kívül a pultokon megtalálhatók a tengeri halak képviselői is. Az előbbieket elsősorban két halfaj képviseli, a pontyfélékhez tartozó *tilápia*, és a ragadozó *tucunaré*. Azért említettem őket, mert eredetileg egyik sem élt ezen a vidéken. Északkelet-Brazília nagy része kifejezetten száraz éghajlatú, sok helyen fél évig nem is esik az eső. A Magyarországnál másfélszer nagyobb Ceará államban nincs állandó vízfolyás. A természetes és mesterséges víztározókban a száraz évszak során annyira felmelegszik a víz, hogy például a ponty nem is tudna megélni benne. A

amelyek elviselik a helyi körülményeket. Így esett a választás az afrikai *tilápiára*, amely tökéletesen bevált. Nagyüzemi körülmények között éppúgy tenyészthető, mint a háztáji kisebb víztározóknál. Mint említettem, a bennszülött halakat nem érdemes tenyészteni, mert kicsire nőnek, szálkásak, ezért csak helyi igényeket elégítenek ki. De él Amazóniában egy ragadozó halfaj, a *tucunaré*, amely ott méterekre is megnő, és úgynevezett „szeméthallal” táplálkozik, ugyanakkor elviseli az itteni szélsőséges körülményeket. Át is telepítették Északkelet-Brazília halastavaiba. Itt azonban megváltoztak a táplálkozási szokásai, legfeljebb kilós nagyságúra nő, és a kisebb, és közepes méretű víztározókban ádáz ivadékpusztító vált belőle. (A téma Magyarországon is ismerős, gondoljunk a meggondolatlan balatoni angolna-, busa- és amurtelepítésekre, vagy régebben az ezüstkárász, a naphal és a törpeharcsa behurcolására.) Védelmére szolgáljon, hogy a *tucunaré* a nagy víztározókban valóban nagyra nő, a húsa szálkamentes és nagyon finom. Lenyűgöző a tengeri halak kínálatának gazdagsága. A másfél-kétméteres óriások mellett az arasznyi szardíniáig minden méret előfordul. Igazi különlegesség a szálkamentes és jóízű korálevő halak forma- és színgazdagsága. Aki ismeri az északi országokban a hering konzerválásának gyakorlatát, és jelen volt egy ilyen, hónapok óta hordóban érlelt hagymás heringes hordó felbontásánál, annak nem meglepő az itteni halkonzerválási gyakorlat. Itt ugyanis szárazon, ládákban tartósítják az apróhalat. Egy réteg hal, egy réteg durva só, megint egy réteg hal, megint só. Amikor a láda megtelik, még le is préselik. Amikor egy ilyen ládát felnyitnak, majdnem olyan illat terjed, mint a heringes hordó esetében. A sózott halat azután kiáztatják, de ennek orrfacsaró szagát már nem tudom leírni...

A következő csarnokban kizárólag húsféléket árulnak, a baromfitól a marháig. Itt is akad látnivaló bőven. Kezdjük a csirkével. Északkelet-Braziliában a legolcsóbb hús a brojler csirke. Pontosan olyan, mint Európában: zizenyős, rózsaszín húsú, jellegtelen vattaízű. De emel-



Halárus és portékája

lett kapható itt „*galinha caypira*”, igazi „falusi” csirke is. Már a fajtája is más, mint a vattaízűnek. Hosszú lábú, hosszú combú, hosszú nyakú, karcsú, és nagyobb, mint a nagyüzemben tenyésztetté. A fazendák körül egész nap szabadon kapirgál, azt eszi, amit talál, néha kap kukoricát is. Megkopasztva bőre nem halványrózsaszín, hanem élénk sárga. Íze pedig összehasonlíthatatlanul finomabb. Nos, itt ilyeneket árulnak már konyhakész, bontott állapotban. Van itt disznó-, birka-, kecske- és marhahús is, no meg mindenféle belsőség, mert erre felé semmi sem mehet veszendőbe. A disznót meg a marhát másféleképpen darabolják fel, mint mifelénk, ezért a húсок elnevezése is más. A disznó itt legfeljebb 30–40 kilóra nő meg, szürke vagy fekete színű, alig van szalonnája. Mindent megesszük, még azt is, amit a vidéki házak portáján meztelenül szaladgáló gyerekek elpotytyantanak. A marhahúsnak van egy különleges tartósítási és felhasználási módja, a „*carne de sol*”, a napon szárított, illetve érejt hús. Nem finnyás embereknek találták ki. A marhahúst vékony, nagy szeletekre vágják, majd fakeretre feszítik, besózzák, és kiteszik a trópusi napra szárítani. Amikor „a légy leszédül róla”, akkor kész a hús. Ezután leszedik a keretről, felgöngyölik, és így árulják. Nem gusztusos látvány, no meg az illata sem az. De az elkészítési módja végképp nem étvágygerjesztő. Először is kiáztatják, ilyenkor úgy néz ki, mint egy nagyon régóta hasz-



Az őstermelők nyitott árusítóhelyein hihetetlenül nagy a zöldség- és gyümölcskínálat

természetes halfauna képviselői nem alkalmasak haltenyésztésre, ezért amikor felmerült a víztározók hasznosításának kérdése, olyan idegen halfajokat kerestek,

nált mosogatórongy. Ezután sütik, de sütés után, amikor kész, nem lehet megkülönböztetni a marhasülttől. Az íze viszont fenséges. Mindig puha és omlós. Célszerű előbb megkóstolni, és csak utána megnezni, megtudni, miből és hogyan készült. Amúgy hűtőberendezés nincs sem a halakat áruló, sem a húscsarnokban, ezért a legyek felhőkben keringenek mindenütt – ez is hozzátartozik a trópusi piacokhoz.

Az épülettől elválasztó üres területen találjuk a „kínai piacot”. Ugyanolyan, mint bárhol a világon, minden kapható a karórától a fürdőruháig, a csempészett cigarettától a videokazettáig. Mindig zsúfolt, de itt nincs semmi említésre méltó. Viszont a következő csarnok valószínűleg egyedülálló. Itt működik a piac konyhája, illetve konyhái. A belső tér egyik fele egy hatalmas kifőzde. Mindkét oldalon és középen is legalább tucatnyi konyha működik, előttük néhány hokedli – nem is fér el több –, a vásárlók ott üldögélve fogyasztják el a feltálat menüt, ami legfeljebb három-négyféle étel, mégis mindegyik kifőzde megél. A legjellegzetesebb a „*feijoada*”, ami a mi bagulyásunkhoz hasonlítható. Alapanyaga a jellegzetes apró fekete bab, amelyet fűszereznek, füstölt hússal, szalonnával, kolbászarikákkal, füstölt disznónyelvvel főznek össze, majd hófehér és pergős főtt rizzsel tálalják. Az itteni pacal a „*panelada*”, amely birkapacalt is tartalmaz, ízesítőnek birkacsontot is belefőznek, viszont pirospaprika nincs benne. Ennek ellenére nagyon finom étel, persze csak azok számára, akik szeretik a

morba ugyanúgy a belsőségekből készült töltelék kerül, mint a disznósajtba. Ennek is sajátos fűszerezése van, és főzve fogyasztják a már említett köretekkel. Akik a pacalt is szeretik, ha tehetik, felétlenül

caypirinhát is ihat a szomszéd vendég.

Ugyanennek a csarnoknak a másik felét a főleg háziipari és népművészeti termékeket árusító boltok foglalják el. Ez a piac legérdekesebb, legváltozatosabb része, ahol a



A piacon háziipari és népművészeti termékeket is árulnak

kóstolják meg, mert ezt is imádni fogják. A „*galinha caypira*” a már ismert baromfiból bő lével készített csirkepörkölt, de egészen más fűszerezéssel, mint amit mi ismerünk. A „*caldo*” sűrű, sötétzsinű leves, amit a brazilok egész nap fogyasztanak, reggelire is, nem tudtam kideríteni, mi mindent tartalmaz, de nagyon jó ízű, főleg, ha a forró levesbe még egy nyers tojást is beleütnek. A csarnokban lévő kifőzdékben tilos az alkoholfogyasztás, ezért itt csak

látogató valóban a XIX. században érezheti magát, mert olyan dolgokat láthat, és persze vásárolhat, amelyeket nálunk talán 100 évvel ezelőtt árultak. A zsúfolt, áruval tele-tömött üzletekben van bámszokni való bőven. Fából és drótból készült egér- és patkányfogó, bádoból formált kanócos petróleumlámpa, a kókuszdió belsejének kinyerésére szolgáló kaparó és kézzel faragott fakanalak, rengeteg égetett cserépedény vár gazdára. Fonott pálmalevélből készült alátétek, falvédők, kalapok és táskák, házilag készített különböző nagyságú kések, bicskák (egy részük ugyan-csak kézimunkával előállított börtökben) láthatók a rengeteg kötél és láncköteg mellett. Külön csoportban vannak a lószerszámok, nyergek, mindenfajta bőrszíj-kollekció társaságában. Néhányszáz kilométerre innen, a *caatinga*, a száraz bozóterdő belsejében sok helyen még ma sincs sem villany, sem vezetékes ivóvíz, sem telefon, itt úgy élnek az emberek, mint 100 évvel ezelőtt. Azokat az eszközöket használják, mint akkor, és szinte mindent maguk állítanak elő, ami a megélhetésükhöz szükséges. Az ott termelt zöldség és gyümölcs, az onnan származó baromfi azért „biotermék”, mert nem tudják megvásárolni a növényvédő szert, a műtrágyát, a mesterséges tápot. Azért használják a maguk készítette eszközöket, mert nem tudják megvásárolni a gyári termékeket. A piac az a hely, ahol kapcsolatot teremthetnek a külvilággal. Ami számunkra kuriózum, az nekik létfontosságú realitás.

A csarnok utolsó néhány boltja a „*fúves embereké*”. Kis zsákokból árulják a fűszereket, kötegekben áll a fakéreg, a



A hatalmas kifőzde

pacalt. Ezt is főtt rizzsel és *farofával* tálalják. A „*farofa*” olyan, mint a búzadara, de az anyaga szárított maniőka. Számomra olyan, mintha fűreszpor lenne, de az itteniek nagyon kedvelik. A „*busada*”-t a disznósajthoz tudnám hasonlítani, de birkából készül. A gondosan megtisztított birkagyo-

üdítőket lehet inni. (Ezek viszont mindig jéghidegek, mert még a legszerűsebb kifőzdében is van hűtőszekrény.) Ám, ki tudja miért, a szesztilalom csak az épület belső terére vonatkozik, ugyanennek a csarnoknak az utcai felére nyíló kifőzdéiben már sört, sőt cukornádpálinkából készült



A hurkának tűnő tekeres fermentált dohány, amiből éles késsel vágja le az árus a kért hosszúságot



Kis csomagokban árulják a fűszereket, a fakérget, a szárított leveleket, cseréptálakban színes és illatos porokat, magokat, melyek mind természetes gyógyszerek

szárított levél, cseréptálakban mindenféle színes és illatos por, rengetegféle és különböző nagyságú mag. Ezek mind természetes gyógyszerek. A különlegességek apró üvegekben előre csomagolva sorakoznak a zsúfolt polcokon. Vásárláskor a vevő részletes tanácsot kap, hogyan kell használni a csodaszereket, sőt kérésre még le is írja az eladó. Azért csak külön kérésre, mert a vevők egy része sem írni, sem olvasni nem tud. Azt már saját tapasztalatomból tudom, hogy az itt vásárolt természetes növényi gyógyszerek sokszor hatásosabbak, mint a patikában árult gyári készítmények, ugyanakkor lényegesen olcsóbbak. Külön említésre méltó, hogy ebben a csarnokban valami egészen különleges illat terjeng, hiszen az eleje nyitott konyha, a végén pedig mindenféle illatozó fűszert árulnak.

Kilépve az utolsó épületből, még nincs vége a piacnak. Tágas, ponyvával fedett nyitott térségre érkeztünk, ahol mindenféle mezőgazdasági terméket árulnak nagy jutazsákokban, illetve ezekből mérnek ki kisebb adagokat. Manióka és kukoricaliszt, legálább tucatszámú fajtájú bab kapható itt sok más egyébbel együtt nagy tételekben. Helyi jellegzetesség a *rapadura*, a tisztított, tömbökben árult nádcukor. Távolabb a várostól nem lehet leküldeni a gyereket,

hogy „ugorj már le a közértbe egy kiló lisztért fiam”, mert sok kilométeres körzetben nincs üzlet. Az itt élő családok hónapokra vásárolnak be, ha a piacra jutnak.

A térség végén különös dolgot láthat a látogató. Kis asztalon valami fekete színű tekeres látható, ebből vág le arasznyi darabokat egy éles késsel az eladó. Olyan

hanem hossza. Mindig egy, a vevő által kért darabot vágunk le a tekeresből. Használatkor a dohányt apróra vágják, azután saját készítésű cserép vagy fapápa-ba töltik, vagy csak egyszerűen újságpapírból sodrott cigaretta formájában szívják el. Az ember azt hinné, hogy ennek a dohánynak valami rettenetesen büdös füstje van, ám ez a füst semmivel sem kellemetlenebb, mint bármely erős cigarettáé vagy szivaré.

A dohányárus asztala körül egyszerű széken dohányzó emberek ülnek. Cserzett bőrű, ráncos arcú, tiszta tekintetű öregemberek. Közéjük telepedve, barátságosan fogadnak. A fehér haj, a fehér bajusz összeköt bennünket. 70 év felett mi már mindnyájan egy irányba haladunk. Talán még nem is találkoztak olyan fehér emberrel, aki az ő korosztályuk, beszél a nyelvüket, használja kifejezéseiket, ami sok mindenben nem azonos az itt beszélt nyelvvel. Szóba elegyedünk, ami számomra mindig nagy élmény. Ezek az öregemberek ismerik a múltat, hiszen ma is benne élnek. Látják a jelent, és tudják, mit hoz a jövő. Amikor erről kezdünk beszélgetni, nem szólnak, csak fejükkel a tőlünk néhány méterre, a bank előtti padokon ülő tucatszámú fiatal fiú és lány felé böknek. Ott ülnek egymás mellett, kezükben mobiltelefon, azt nyomogatják vég nélkül. Nem néznek egymásra, nem szólnak egymáshoz, csak ülnek és nyomogatják a mobiltelefonjaikat. Mint szinte mindenütt máshol a világon. Ez a város is elindult a semmibe vezető úton.



A vásárló lószerszámokat, nyergeket, mindenfajta bőrszíj-kollekciókat is megkaphat a piacon

ez, mintha egy hosszú véres hurkát tekernek volna össze csigavonalban. Közelebb érve, az illatából lehet megtudni, hogy ez nem más, mint fermentált dohány. A dohányleveleket valami fekete színű pác-lében érlelik, majd hurka formájúra préselik és feltekerik. Nem súlyra mérik,

VITA A GYORS KOZMIKUS RÁDIÓKITÖRÉSEKRŐL

Megoldódni látszott a rádiócsillagászat egyik évtizedes rejtélye, a gyors rádiókitörések (FRBs, *fast radio bursts*) eredetének kérdése. A Nap sugárzó energiájának százmilliószorosát hordozó impulzusokból naponta akár ezer is elérheti a Földet, azonban keveset sikerül észrevenni közülük, mert csak néhány ezredmásodpercig tartanak. Az első ilyen ultragyors és szuperfényes kitörést 2007-ben fedezték fel, de az archiv adatok átvizsgálása során hamarosan egy 2001-ben rögzített, 5 ezredmásodpercig tartó FRB-t is találtak. Megfigyelték a jelek diszperzióját, vagyis azt, hogy a jel a rövidebb hullámhosszakon hamarabb érkezik meg, mint a hosszabbakon. Az eltérés annál nagyobb, minél több csillagközi gázon haladt át a jel, vagyis – hozzávetőlegesen – minél messzebb van a forrás. Eszerint a 2007-es jelnek néhány milliárd fényévet kellett megtennie az intergalaktikus térben, ebből kiindulva becsülték meg a kitörés energiáját. További archiv adatokat megvizsgálva azonban elbizonytalanodtak a jelek extragalaktikus eredetét illetően.

A kérdés eldöntéséhez valamilyen független módszerrel kellett volna a távolságukat megbecsülni. Összehangolt erőfeszítésekkel megpróbálták az észlelt kitörések után a lehető leghamarabb megtalálni a kitörés helyének utófénylését. Végül tavaly áprilisban sikerült az első ilyen mérés. Az FRB észlelése után órákon belül ráállítottak egy ausztrál rádiótávcső-rendszert a forrás környékére, ahol megtalálták a keresett, gyengülő rádiójelét. Így 15 ívmásodperc pontossággal tudták behatárolni a forrás helyét, de egy ekkora égterületen több száz galaxis található. Később a pontosságot 1 ívmásodpercre tudták növelni, majd az optikai tartományban a Hawaai-szigeteken dolgozó, 8,2 méter átmérőjű, japán Subaru-távcső segítségével is igénybe véve a 2015. áprilisi FRB forrásaként egy 6 milliárd fényévre lévő elliptikus galaxist jelölték meg.

Az FRB-k eredetéről számtalan elméletet állítottak már fel a csillagászok, amelyek lényegében két nagy csoportra oszthatók. Egyesek szerint öregedő csillagok robbanásszerűen heves ütközései kelthetik a különös, rövid rádióimpulzusokat, míg mások szerint fiatalabb csillagok periodikus kitöréseiről lehet szó. A galaxis idős kora az előbbi magyarázat mellett szólt. A cikk megjelenése után azonnal napvilágot láttak a szakfolyóiratokban az ellenvélemények is, melyek szerint még annak is nagyon csekély a valószínűsége, hogy az FRB valóban abból a galaxisból ered, amelynek tulajdonítják. Mások egyazon forrás ismétlődő kitöréseiről számolnak be, ami kizárja, hogy a jelek eredete csil-

lagok pusztulásával állna kapcsolatban. Egyelőre tehát a csillagászok csak a sötétben tapogatóznak a gyors rádiókitörések eredetét illetően.

(www.skyandtelescope.com,
2016. február 24. és március 3.)

FONÁLON TARTOTTA UTÓDAIT

A földtörténet egyik leggondoskodóbb anyukája nem az emlősök, vagy a madarak közül került ki, hanem a gerinctelen, kemény héjú és kissé tüskés izeltlábúak közül, melyek 430 millió évvel ezelőtt éltek az óceánokban. A „sárkányeregetőnek” becézett, furcsa megjelenésű teremtmény a testéből kiágazó cernászú indákkal tartotta pórázon a kicsinyeit. A szilur időszak kihalt izeltlábú fossziliát az angliai Herefordshire Beds vulkáni eredetű



Ilyen lehetett a „sárkányleső”

rétegeiben találta egy nemzetközi kutatócsoport. A lapított testű, alig 1 cm hosszú tüskés *Aquilonifer spinosus* fajnak egy pár hatalmas tapogatója volt. Lábaiak ütemes mozgásával a ráklárvákhoz hasonlóan úszhatott. A kiváló megtartású maradványon nagyon jól látható, hogy az anyaállat lepányvázta a testéhez a kicsinyeit. Sem a ma élő, sem a fosszilis állatok között nem ismert ehhez hasonló stratégia a fiatalok védelmére. A leletből nemcsak az derült ki, hogy egyidejűleg 10 fiatal állat rögzült az anyához, hanem az is, hogy ezek három különböző fejlettségi állapotot képviseltek, vagyis az anyaállat elég sokáig felügyelte utódai növekedését. Nem ez az első eset, hogy a Herefordshire rétegekből furcsa maradványok kerülnek elő. A szilur időszak vulkáni kitörések hamuszórásainak köszönhetően a kőzet tele van kiváló állapotban fosszilizálódott kisméretű tengeri állatokkal (csigák, férgek, és egyéb gerinctelenek).

(*Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2016. április)

ÚJ BOLYGÓ A NAPRENDSZERBEN?

Talán. Nem arról van szó, hogy a csillagászok, revideálva korábbi álláspontjukat, visszaminősítették volna bolygóvá a Plútót, hanem hogy új égitest felfedezésének

a lehetőségéről. Az égitest nagyon távol keringene a Naptól, tömege pedig nagyon nagy lenne. Az előrejelzések elkészültek (nem először a csillagászat történetében), már „csak” meg kellene találni a különös égitestet.

Konstantin Batygin és Michael Brown (Kaliforniai Műszaki Egyetem) cikke az *Astrophysical Journal* februári számában jelent meg. A Kuiper-övbe tartozó égitestek átlagos naptávolsága 150 CsE (1 csillagászati egység a közepes Nap–Föld távolság, 150 millió km), de soha nem kerülnek 50 CsE-nél közelebb a Naphoz. Dinamikai tulajdonságaikat vizsgálva megállapították, hogy pályáik perihéliuma (napközelpontja) minden esetben az Ekliptika síkja közelében van, és ezen a ponton mindigük délről észak felé tartva halad át. Ez nem lehet a véletlen műve. A gyanú akkor

ébredt, amikor kiderült, hogy a 2012-ben felfedezett 2012 VP₁₁₃ jelű égitest és a Sedna, valamint további tíz objektum egymáshoz nagyon hasonló pályán kering. Ezt a gondolatmenetet folytatta most Batygin és Brown, kimutatva, hogy a Naprendszerhez tartozó hat legtávolabbi égitest pályáinak nemcsak a perihéliuma esik egymás közelébe, hanem a pályák térbeli helyzete is hasonló. Számításaik

szerint csupán 0,007% annak a valószínűsége, hogy az elrendezés véletlenül alakult ki.

Elemzésük szerint az elrendeződést egy távoli (mintegy 300 CsE perihéliumú), nagy tömegű „kilencedik bolygó” perturbáló hatása alakíthatta ki, persze nem egy csapásra, hanem hosszú idő alatt. A kutatók véleménye szerint a hipotetikus bolygó nem ott keletkezett, ahol most tartózkodhat, hanem a Naprendszer belső térségében, ahonnan a Jupiter vagy esetleg maga a Nap lökhetette a nagyon távoli pályára. Ha számításai helyesek, akkor az égitest tömege 10 földtömeg, átmérője 2–4-szer akkora, mint a Földé, elnyúlt pályán kering a Nap körül, átlagosan 700 CsE (100 milliárd km) távolságban. Keringési ideje 10 és 20 ezer év között lehet. Felfedezése elven nem reménytelen, bár aphéliuma (pályája Naptól legtávolabbi pontja) környékén mindössze 22 magnitúdós lehet. Esetleg infravörös űrtávcsövekkel jobbak az esélyek. Egyelőre szó sincs tehát arról, hogy sikerült volna egy új, nem is akármekkora bolygót találni a Naprendszerben, csupán a közvetett bizonyítékok táplálnak halvány reményt a létezésére.

(www.skyandtelescope.com,
2016. január 20.)



A fákat szén-dioxid-zuhannyal árasztják el

A FÁK EGYMÁS KÖZÖTT KERESKEDNEK

A botanikusok szerint a fák a szén-dioxidot nem csak maguk használják fel; nagy mennyiséget megosztanak a szomszédaikkal. Ismert, hogy a fák a levegőből fotoszintézis útján szén-dioxidot vesznek fel. A keletkezett cukorból a növények építőkövei, cellulóz, faanyag (lignin), fehérjék és zsírok keletkeznek. Növekedés közben a fa a cukrot a leveleiből a megfelelő helyre szállítja: az ágakba, szárba, gyökérbe és a vele szimbiózisban élő gombákba, a talajba. A Bázeli Egyetemen Tamir Klein és munkatársai arról számoltak be, hogy ez a cukorkivétel messzebbre megy, mint eddig gondolták. Bázélhez közel egy erdőben a kutatók építési daru és apró csövek hálózatának segítségével a 120 éves és 40 méter magas lucfenyőket jelölt szén-dioxid-zuhannyal árasztották el. Az alkalmazott szén-dioxid, a normál levegőhöz képest a ritka és nehezebb, stabil ^{13}C izotópot tartalmazta. Ez a módosítás a fák számára nem jelentett különbséget, a kutatók viszont nyomon tudták követni a szén útját a fán belül, a koronából a fotoszintézis helyétől le egészen a gyökerek végéig. A jelölt szénatom azonban nemcsak a vizsgált lucfenyők gyökerében, hanem a szomszédos fák gyökerében is megjelent, pedig ezek a fák nem részesültek a jelölt szén-dioxidból. Akkor is megjelent, ha a szomszéd fa másik fajhoz tartozott. A lucfenyők csak egy módon tudták a bükkfának, erdei fenyőnek vagy vörösfenyőnek a szén-t átadni, a közös mikorrhizás gombák apró gombafonalainak hálózatán keresztül. A másfajta gombákkal társuló lombkorona szint alatti növények, teljes mértékben jelöletlenek maradtak. A kutatók számára a felfedezés, hogy a természetes erdőben az egymással rokonságban nem álló fajok egymás között nagy mennyiségű szén-t osztanak meg, hatalmas meglepetést jelentett. A szén tekintetében a fa mint egyed nem jelent egységet. Az eredmények új dimenzióba helyezik a mikorrhizás gombák szerepét az erdőben. Ezek után nyilvánvaló, hogy az erdő több, mint a fák összessége.

(sciencedaily.com, 2016. április 14.)

KROKODILOK PÁRHUZAMOS EVOLÚCIÓJA INDIÁBAN ÉS AMAZÓNIÁBAN

Az erősen veszélyeztetett gaviál csak az indiai szubkontinensen fordul elő, de rokonai évmilliókkal ezelőtt világszerte uralták a vizeket. A *Gryposuchus* nemzetség hosszú időn keresztül élt Amazóniában és a Karib-térségben. Fajaik nagyon változatos méretet mutattak, némelyik igazi óriás lehetett (például a 10 méteres *G. croizati*), míg mások átlagos méretűek voltak. Kisebb különbségek mellett az ősi és modern gaviálok mindegyikének hosszú pófaja és „teleszkópos” szeme volt, mely a folyóvízi életmódhoz alkalmazkodott. Ez a szemtípus időről időre megjelent a gaviáloknál és elősegítette a halak észlelését és elkapását. Eddig nem lehetett tudni, hogy ez közös evolúciós tulajdonság, vagy a konvergens evolúció egyik példája. A közelmúltban Peruban találták meg a legidősebb ismert amazóniai gaviált (*Gryposuchus pachakumae*). A középső-miocénben (13 millió évvel ezelőtt) ezt a területet hatalmas tó borította, gazdag élővilággal, köztük számos krokodillal. A *Gryposuchus* volt az egyetlen hosszú pófajú halevő közöttük, viszont hiányzott nála a többi gaviálra jellemző teleszkópos szem, ami a dél-amerikai gaviálok ősi állapotára utalhat. Az amazóniai *Gryposuchus* fajok valószínűleg párhuzamosan fejlődtek az indiai gaviálokkal, és csak a hasonló környezet vezetett konvergens evolúcióhoz.

(PLoS ONE, 2016. április 20.)

A MODERN EMBERBEN NYOMA SINCS

Az emberi Y, vagy hím nemi kromoszóma neandervölgyi megfelelője eltűnt. Egy ideje ismert, hogy a mai ember hordozza a neandervölgyi DNS-ének nyomait, a Stanford Egyetemen egy friss nemzetközi kutatás során azonban megállapították, hogy a neandervölgyi férfi Y kromoszómájának génjei már régen eltűntek az ember genomjából. A két nemi kromoszóma egyike, az Y kromoszóma, az X kromoszómával ellentétben, kizárólag apáról fiúra öröklődik. A jelenlegi az első olyan tanulmány, melyben a neandervölgyi ember Y kromoszómáját tanulmányozták, mivel eddig neandervölgyi nők maradványaiból vagy anyai ágon öröklődő mitokondriumból nyert DNS-t szekvenáltak. Korábban már bebizonyosodott, hogy a modern ember DNS-ének 2,5–4 százaléka a neandervölgyi embertől származik, ami a két faj 50 000 évvel ezelőtti közösülésének hagyatéka. Ennek során azonban egyéb DNS-szakaszoktól eltérően, a neandervölgyi Y kromoszómája nagy valószínűséggel nem adódott

át a mai embernek. Ennek oka nem teljesen ismert. A feltételezések szerint az Y kromoszóma egyszerűen kisodródott az ember génkészletéből, vagy talán a neandervölgyi ember Y kromoszómája olyan géneket tartalmazott, melyek nem kompatibilisek a mai emberével. Ez utóbbi feltételezést támasztja alá, hogy az Y kromoszóma egyik génjét, mely eltér a neandervölgyiétől, korábban kapcsolatba hozták a transzplantációs kilökődéssel, olyan esetben, amikor férfiak adományoznak szerveket nőknek. A neandervölgyi Y kromoszómájának szakaszai a génáramlásban akadályként szerepelhettek. A neandervölgyi Y kromoszómáján található számos gén, mely eltér a mai emberi géntől, az immunrendszer részét alkotják. Elméletileg a nők immunrendszere támogatást indíthatott a neandervölgyi H-Y géneket hordozó hím magzatok ellen. Ha a nők következetesen elvetélték a neandervölgyi Y kromoszómáját hordozó hím magzatokkal, megmagyarázná annak hiányát a modern emberben.

Az Y kromoszómára vonatkozó adatok új megvilágításba helyezték a mai ember és a neandervölgyi szétválásának idejét. Az emberi származási vonal több millió évvel ezelőtt különült el az emberszábasú majmokétól, mely folyamat legkésőbb 4 millió évvel ezelőtt befejeződött. A végső szétválást követően az emberi vonal különböző típusú emberi fajokra ágazott szét, többek között a neandervölgyire és külön a mai emberre. A korábbi, mitokondriális DNS-en alapuló becslések szerint a két vonal 400 000 és 800 000 évvel ezelőtt válhatott szét, az Y kromoszóma DNS-szekvenálása alapján azonban ez 550 000 évvel ezelőtt következhetett be.

(sciencedaily.com, 2016. április 7.)

A HÉTSZÍNŰ HEGY

Egy indián legenda szerint kezdetben semmi sem különböztette meg a mai Argentínában található Purmamarca falut más argentin falvaktól. Egy hegy lábánál feküdt, amely éppolyan kevésbé volt színes, mint bármely más hegy a világon. Ez azonban elszomorította a gyerekeket Purmamarcaiban, mivel színes, gyönyörű hegy lábánál szerettek volna élni. A szülők erre azt mondták, hogy majd megszokják. Ám a gyerekek nem nyugodtak bele, s egy éjszaka kimentek, és elkezdtek színesre festeni a hegyet. Ezt a történetet mesélik még ma is Purmamarcaiban, egy kétezer lelkes hegyi faluban Argentína északnyugati részén.

Egy geológiai jelenség tette a falu felett emelkedő hegyet színessé, ezzel pedig a falut híressé. Tény azonban, hogy a legenda sokkal szebben hangzik, mint a kijózanító tények. A

legenda így folytatódik: a gyerekek minden éjszaka útnak indultak, hogy fessék a hegyet, s minden éjszaka más-más színnel. Hét éjszaka át festettek. A felnőttek a faluban minden reggel elcsodálkoztak, hiszen a hegy minden alkalommal egy újabb színnel gazdagodott.

Senki sem gondolta, hogy a gyerekek festették be a hegyet. Csak az utolsó éjszaka végén vették észre a szülők, hogy a gyerekek nincsenek az ágyukban. Aggódva keresték őket – hiába. Akkor a gyerekek nevetve futottak le a hegyről, és mindenki boldog volt, hogy a hegy olyan szépen ragyog hét színében.

Ma a hétszínű hegy a világ minden tájáról vonzza a turistákat, akik a fehértől a rózsaszínen és zöldön át egészen a feketével határos sötétvörös színben csodálhatják meg. Nem



A hétszínű hegy

nehéz felfedezni a márványozott mintában a hét színárnyalatot – kis jóindulattal akár többet is –, aminek a hegy a nevét köszönheti.

Kérdés azonban, hogy mi a színes mintázat magyarázata. Ehhez vissza kell menni a földtörténetben: a legrégebbi a csupán szörványosan előforduló zöld szín, amely körülbelül 600 millió évvel ezelőtt réz-oxidok és fillitek (ösagyagpala) lerakódása révén keletkezett. A fehér szín mintegy 400 millió éves mészlerekódásból származik. A különféle vörös árnyalatok vasvegyületeknek köszönhetők, amelyek különböző kőzetekben és kőzetrétegekben rakódtak le. A sárga kénlerakódásból származik, amely körülbelül 80–90 millió évvel ezelőtt keletkezett. Végül a mangánvegyületek, amelyek csak 1–2 millió évvel ezelőtt keletkeztek, a kőzetréteg barnás árnyalatát adják.

A színes kőzetrétegek önmagukban nem szokatlan jelenségek, és a világ számos helyén megtalálhatók. Ezt a hegyet az olyan sok és különböző szín kombinációja teszi különösen vonzóvá – s ráadásul éppen a mágikus hetes számban.

(www.farbimpulse.de 2016. március 30.)

KŐKORSZAKI KENUTESZT

Az alpesi régióban az újkőkorszakban (neolitikum) a települések jellemző építészeti formája volt a fa cölöppépítmény. Az épületeket többnyire tavak és folyók partjára, néha magába a tóba illetve a folyóba építették „gó-

lyalábakra”. Csak a Felső-Ausztriai Attersee nevű tó partján több mint 30 cölöppépítményből álló település maradványaira bukkantak. A jelenlegi kutatási eredmények szerint a tavon az egyetlen fatörzsből kifaragott kenu volt a preferált közlekedési eszköz. De mennyire gyorsan, egyszerűen – vagy éppen lassan, nehézkesen – lehetett kereken 8000 évvel ezelőtt közlekedni ezekkel az egyszerű csónakokkal? Ennek a kérdésnek szeretne utánajárni az Attersee-i Cölöppépítéset Egyesület és a szövetségi erdészet az Atterseen végzett szokatlan régészeti kísérlet keretében. Ehhez két csónakot faragtak közönséges jegenyefenyőből (*Abies alba*), melyeket ez év augusztusában tesztelnek a gyakorlatban.

A kísérlethez az osztrák szövetségi erdészet bocsátott rendelkezésre az Attersee mentén fekvő erdeiből két fát. A két, kereken 120 éves, csaknem 50 méter magas és 3,4 méter átmérőjű jegenyefenyőből 1-1, kilenc méter hosszú kenut készítettek.

A Bécsi Egyetem, valamint a cölöppépítészeti egyesület régészcsapatának tagjai Wolfgang Lobisser régész irányítása alatt a két csónak építéséhez különböző eszközöket használtak.

Az egyikhez olyanokat, amelyeket a kő-, bronz- és vaskori eredeti leletek alapján készítettek el. Összesen 600 munkaóra kellett így a kenu elkészítéséhez. Először ellaposították a hajótestet, végein hajóorrot illetve farrészt alakítottak ki, majd kivájták a törzs belsejét. A második csónak motorfűrészrel és modern eszközökkel készült.

Végül mindkettőt lesüllyesztették a tóba. Egy időre ott maradnak, hogy a fa „megnyugodjon”. Ezáltal a munkafolyamat ugyan egy időre leáll, de a süllyesztésnek köszönhetően majdan a használatkor a hajótest víz feletti része ellenállóbb lesz a napfényvel és az esővel szemben. Július végén emelik majd ki őket a vízből, megszáritják, végül a tóparton fejezik be elkészítését. Az érdeklődőknek lehetőségük lesz végignézni a hajókészítésnek ezt a fázisát. A két csónakot először az Attersee-i Világörökség Fesztiválon, 2016. augusztus 6-án fogják használni. Keresztelője is lesz, majd többek között őskori csónakokként fognak funkcionálni.

Tavaly újraindították Felső-Ausztriában a cölöppépítmények kutatását a salzkammerguti tavakon, többek között víz alatti feltárással az Attersee területén. Ezek a kutatások a 2020-ra Seewalchen, Attersee és Mondsee környékére tervezett „Elsüllyedt – felszínre jött” elnevezésű kiállítás előkészítő munkái. Az UNESCO 2011-ben a cölöppépítéset maradványait a Világörökség részévé tette.

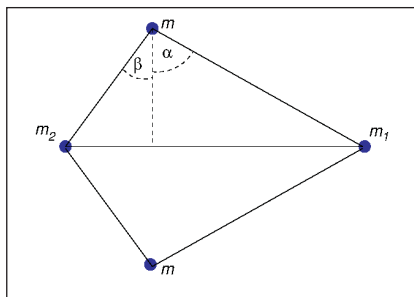
(www.derstandard.at 2016. április 17.)

Szenzációs égi mechanikai eredmény

Az ELTE Földrajz- és Földtudományi Intézet Csillagászati Tanszékének kutatói Newton és Lagrange kétszáz esztendőnél is régebbi eredményei után először találtak új egzakt megoldást a csillagászat és az űrkutatás egy központi jelentőségű kérdésére, az égi mechanikai n -test probléma egy alosztályára. Erdi Bálint professzor emeritus és Czirják Zsolt doktorandusz publikációját a *Nature* szerkesztőségi cikkben méltatta 2016. május 12-i számában.

Az n darab, csak gravitációsan kölcsönható, pontszerűnek tekintett test mozgását vizsgáló n -testprobléma a csillagászat és űrkutatás központi jelentőségű kérdése, hiszen döntő szerepe van az égitestek és a mesterséges űreszközök pályájának meghatározásában. Bár a kéttest-probléma általános megoldását már Newton megadta (ennek tulajdonságait összegzik a bolygómozgás jól ismert Kepler-féle törvényei), 2-nél nagyobb n értékek esetére általános megoldás nem létezik. A háromtest-probléma megoldásainak egy alosztályát, az ún. centrális konfigurációkat Euler és Lagrange határozták meg analitikusan a XVIII. században. Ezek közül a Lagrange-féle megoldásoknak léteznek kézenfekvő általánosításai több test esetére is: 4 test esetében ezek tetraéder alakú konfigurációkat jelentenek. További egzakt, explicit analitikus megoldások azonban nem születtek az n -test problémára – egészen Erdi Bálint és Czirják Zsolt új eredményeiig, melyekben a síkbeli, szimmetrikus négytest-probléma centrális konfigurációira (olyan elrendezés, ahol a testekre ható erő a rendszer tömegközéppontjába mutat) adnak teljes, egzakt és explicit analitikus megoldást. A síkbeli, szimmetrikus négytest-probléma deltoid alakú konfigurációkat jelent, ahol a deltoid, avagy sárkányalakzat „szárnyait” alkotó két test tömege azonos.

Az új megoldásokat lehetővé tevő ötletek egyike az, hogy a kutatók a hagyományos, pl. Descartes-féle vagy polárkoordináták alkalmazása helyett, az ábrán α -val és β -val jelölt szögekkel paraméterezik a vizsgált konfigurációkat. Másrészt, eltérően a szokásos megközelítési módtól, ahol a testek tömegét

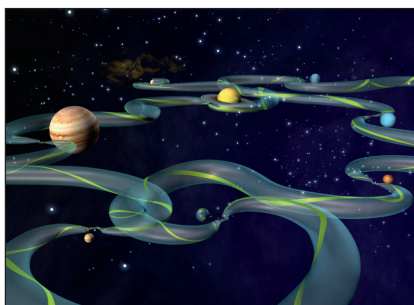


A sárkányalakzat

rögzítve keresik a mozgás során alakjukat megőrző centrális konfigurációkat, az ELTE kutatói az inverz problémát oldották meg: adott konfigurációhoz keresték meg azokat a tömegarányokat, amelyek mellett a centrális konfiguráció fennmarad.

Az új eredmény speciális esetekként viszszaadja a háromtest-probléma korábban ismert Lagrange-megoldásait, valamint a négytest-probléma néhány korábban, numerikus úton talált partikuláris megoldását. Ahogyan ez az új megoldás összefoglalja és kiterjeszti a korábban ismert rész megoldásokat, ugyanúgy lehetséges, hogy a jövőben azokhoz hasonlóan még általánosabb megoldások alapjául szolgálhat majd.

Az új elméleti eredmény potenciális gyakorlati alkalmazásainak lehetőségét egyelőre felmérni is alig tudjuk. Lagrange aligha sejtette, hogy a háromtest-probléma róla elnevezett librációs pontjaiba korunkban fix telepítésű űrobszervatóriumok kerülnek, vagy azt, hogy az ilyen pontokat a Naprendszerben összekapcsoló pályák hálózata, az ún. bolygóközi transzporthálózat a legkorszerűbb, ionmeghajtású űrszondák közleke-



Bolygóközi szupersztráda

dését segíti. A négytest-probléma Érdi-Czirják-féle megoldásainak űrtechnikai felhasználását még csak találgathatjuk. Elképzelhető például, hogy egy napon alakzatban repülő űrhajóflották valósítják meg az újonnan talált konfigurációkat az alakzat üzemanyagtakarékos fenntartása érdekében.

(Az Eötvös Loránd Tudományegyetem közlése – A szerk.)

Az Év Ismeretterjesztő Tudósa – 2015 Kroó Norbert akadémikus



Hámori József akadémikus, Dürr János elnök, valamint Kroó Norbert akadémikus feleségével és unokaival a díjtadáson (Trupka Zoltán felvétele)

A Tudományos Újságírók Klubja által 1996-ban alapított az *Év Ismeretterjesztő Tudósa Díjat* ebben az évben a tudományos újságírók szavazatai alapján **Kroó Norbert** akadémikus kapta a tudomány közérthető megjelenítéséért, népszerűsítéséért végzett munkásságáért, melyet 2016. május 12-én vehetett

át a TIT székházában. A rendezvényt megtisztelte jelenlétével és köszöntőt mondott **Hámori József** akadémikus, a Tudományos Ismeretterjesztő Társulat elnöke és **Dürr János**, a Tudományos Újságírók Klubja elnöke. Az elismerés részeként a díjazott nevét kisbolygó viseli az égen, s az elnevezésről oklevelet állítottak ki.

A 2015. évi Hevesi Endre-díjasok

A Hevesi Endréné Kalmár Magda által 1987-ben alapított Hevesi Endre-díjakban azok az újságírók – indokolt esetben újságírói munkát végző szakemberek is – részesülhetnek, akik az előző évben a tudomány és a technika új lehetőségeinek, eredményeinek népszerű ismertetése érdekében a legtöbbet tették, illetve a legérdekesebb és közérthető magyarsággal fogalmazott cikkeket írták.

Az alapítvány kuratóriumának döntése értelmében 2016. április 29-én a díjat **Hanula Zsolt**, az Index munkatársa, valamint az életműdíjakat **Füstöss László**, a Fizikai Szemle nyugalomba vonult felelős szerkesztője és **Horváth András** csillagász kandidátus, a TIT Budapesti Planetárium volt igazgatója vehette át.



A Hevesi-díjasok: (balról) Hanula Zsolt, Füstöss László és Horváth András (Trupka Zoltán felvétele)

Miért alszanak csoportosan a boglárkák?

BÁLINT ZSOLT

*Az erdőt-mezőt nyitott szemmel járó ember számtalan jelenséget észrevesz. Ezek egy részén elcsodálkozik, évekig foglalkoztatják gondolatait. Vissza-visszatér hozzájuk, és próbálja megérteni a látottakat. Magától értetődő, hogy ezek a jelenségek a természetbúvár szűkebb érdeklődési köréhez kapcsolhatók. Esetemben minden különlegesség és furcsaság, ami a Lángszinérfélék (*Lycaenidae*) életmódjával és sokféleségével kapcsolatos, pontosan ebbe a kategóriába tartozik. Az egyik ilyen „izgalmas talány” számomra a nyári réteken kisebb-nagyobb csoportokban, vagy akár csapatokban éjszakázó Boglárka-rokonúak (*Polyommatus*) látványa volt.*

Egy-egy különösen meleg nyári napon a rét teljesen kiég. Virág szinte sehol. Ha belegázolunk, a fű ropog, a talaj felszíne porzik. Naplemente után a föld még sokáig árasztja a meleget, sőt még napfelkelte előtt is csontszáraz minden. Mit csinálnak ilyenkor a nyári rétekre oly jellemző apró és törékeny testű boglárkalepkék? Hiszen feltételezhető, hogy számukra a hőségben kifejtett aktivitás komoly nedvességvesztéssel jár. Biztos, hogy a hosszan tartó kánikulai periódusokban a boglárkák egyedeinek enyhülést kell keresniük, és meg kell akadályozniuk testük kiszáradását. Hogyan pótolják, hogyan veszik magukhoz az életet jelentő nedvességet ezek a parányi lepkék?

A laikus számára az egyik kézenfekvő válasz az, hogy a virágok nektárját szívogatják. De kérdéses, hogy a nagy hőségben fokozott erőfeszítést igénylő viráglátogatás valóban megtérülő befektetés-e számukra, hiszen nemcsak a nagy meleg nehezíti a dolgukat, hanem az aszályos időkben kiégett, kevés virágzatú növényzet is. Bár tudomásunk szerint ez irány-

hozamosan állnak. Ezáltal a test és a szárnyak lehető legkisebb felületét éri a fénny. Így várják mozdulatlanul a talán enyhébb délutáni órákat.

A másik, ugyancsak kézenfekvő válasz az lehetne, hogy a boglárkák a nedves talajból pótolják a folyadékvesztésüket. Ez azon a megfigyelésen alapszik, hogy a boglárkák egyedei ezerszámra szívogatnak pocolyák mentén, saras keréknyomokban, vagy patakok napsütötte gázlóinak fővenyén. Megnyugodnánk, és nem keresnénk tovább a magyarázatot akkor, ha nem tudnánk, hogy ezekben az iszogató-szívogató társaságokban csak hím egyedeket találhatunk! Kutatásokkal igazolták, hogy a hímeknek megtermékenyítő képességük érdekében szükségük van bizonyos nitrátokra és sókra. Ezért szívogatnak tömegesen a nedves talajon. De hol vannak akkor a nőstények? Azok hogyan vesznek magukhoz folyadékot?

Feltételezésem az, hogy a nyári hőség idején a boglárkák elsősorban éjszaka, a levegőből pótolják kiaszott testük számára a szükséges nedvességet. Miképpen? Ismert jelenség

fűszálak végén üldögél csoportosan több faj együttesen. Az alvótársaságokban találhatók hímek is, nőstények is (1. ábra). Így esteledik rájuk, és borul föléjük a csillagos ég palástja. Ezek az alvótársaságok olyan helyeken alakulnak ki, ahol a forró nyári nap során nem hevül át annyira a talaj. Az alvóhelyekre jellemzőek a csomókban magasra növő egy- szikűek vagy egyéb lágyszárúak. A magasabb fűvek jobban árnyékolnak, nem is beszélve a magányos fák adta védelemről. Sokszor a mélyutas, töbrös vagy fás helyeken a talajvíz szintje a felszín közelében van. Ez még a legmelegebb nyári időszakokban is biztosítja a hely üdőségét. Az árnyékolás, az üdőség következtében a talaj nem veszíti el a nedvességet, és az este során a nappali meleg hatására párologtatni kezd. Az ilyen helyeken még nyáron se ritkák a talaj menti ködök.

De hogyan veszik magukhoz a fűszálak végén alvó lepkék a nedvességet? Akárcsak a nektárszívogatáshoz a pödörnyelv, a párválasztáshoz szükséges illatot terjesztő vagy fotonikus kristályként működő pikkelyek, a

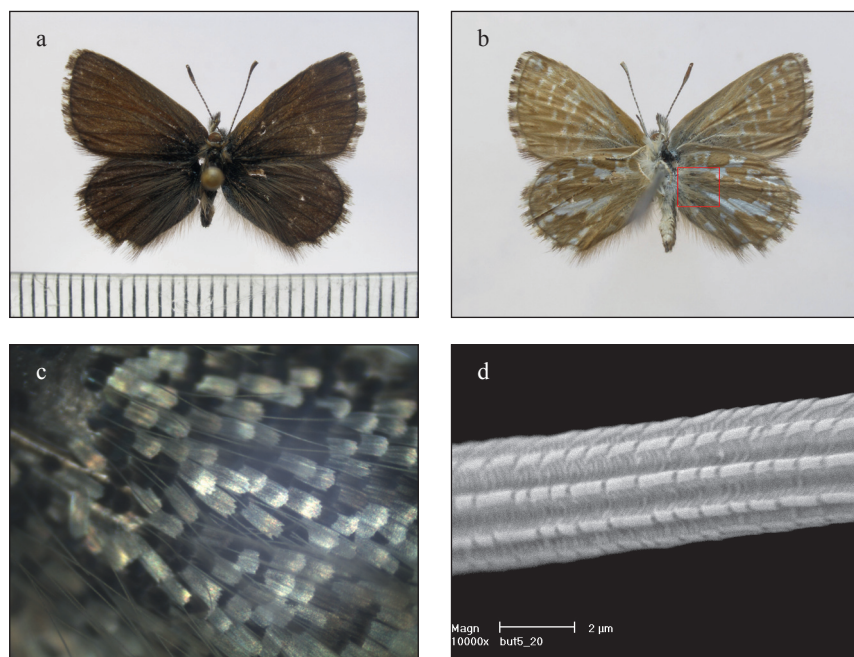


1. ábra. Alváshoz készülődő Ikarusz boglárkák (*Polyommatus icarus*): a = hímek kis csoportja; b = hímek és nőstények együtt, 2013. augusztus 11-én, koraeste az erdélyi Sepsiköröspatak határában (Bíró László felvétele)

ban még nem történtek kutatások a nemzetség képviselőivel kapcsolatban, de megkockáztatjuk a választ: nem, viráglátogatással a nedvesség felvétele és leadása közötti optimális arány fenntartása kánikulában biztosan nem megoldható. Emellett szól az, hogy nagy hőségben a lepkék aktivitása jelentősen csökken. A legtöbb példány a fűszálak végén üldögél, szorosan összecsucott szárnyaik a nap sugaraival pár-

a lepkékutatók előtt, hogy a legnagyobb nyári melegben mélyutak szegélyében, kiterjedt rétségek töbreiben, vagy magányos fák lombja által védett helyeken, ligeterdők horhosaiban vagy szegélyében boglárka-alvótársaságokat lehet találni. Milyenek ezek az alvótársaságok? Esténként általában több, olykor tucatnyi, ritkábban több száz egyed is összegyűlik egy-egy kisebb területen, és fejjel lefelé, a

boglárkáknak éjszakai nedvességfelvételhez is megvan a megfelelő szerve. Ez a tort és a szárnyak belső szegélyét borító finom szőrbunda, amely nagyszámú módosult pikkelyből áll. Egy szőrszál, a módosult pikkely hosszúsága általában 1 mm körül mozog, a csúcsa felé elvékonyodik. Keresztmetszeti formája kör alakú, átmérője rendszerint 1–2 μ . Felülete hosszanti gerinccel finoman tagolt, ahol a



2. ábra. Az Andok félsivatagos élőhelyein honos Vapa boglárka (*Paralycaeid vapa*) hím példánya: a = felülnézet, b = alulnézet (piros kerettel jelezve a c ábrán bemutatott terület), c = optikai mikroszkóp alatti nagyítás, nyíl mutatja a módosult pikkelyeket, c = optikai mikroszkópos felvétel a szárnytövi részről, jól láthatók a fedőpikkelyek és a „vízcsepp-szeletelőként” működő szőrszálak, d = torhoz közeli „vízcseppszeletelő” szőr a szárnyról, pásztázó elektron-mikroszkópos felvétel (a–b: a Magyar Természettudományi Múzeumban készült felvételek; c–d: az MTA Energiatudományi Központban készült felvételek)



3. ábra. Harmatcseppek borította boglárkák (*Polyommata*): a = Ezüstös boglárka (*Plebejus argus*), b = Égszínkék boglárka (*Lysandra bellargus*), c = Ikarusz boglárka (*Polyommatus icarus*) és d = Sötét boglárka (*Maculinea nausithous*). A szárnyak szegélyén különösen jól láthatók a harmatcseppek (Gór Ádám és Szombathegyi Ervin felvételei)

gerincek között a távolság már nanométer tartományú. A gerincek éle is a nanométer tartományban felaprózott. A gerinceket a köztük levő mélyedéseken is áthúzó oldalbordák kötik össze, ezek periodicitása még kisebb. Ilyen szőrök borítják a tort a lábak körül és a szárnyak belső szegletét olyan módon, hogy kihégyesedett végükkel a potroh vége felé mutatnak (2. ábra). De mégis, hogyan működhet ez a tőrszövet nedvességfelvevő szervként? A következőképpen: a lepke fejével lefelé üldögél a fűszálon. Az egyébként teljesen vízhatlan szárnyon kicsapódó harmatcseppek a nehézkedési erő miatt lassan folydogálnak lefelé, egy részük tovagördül a testen és lecsöppen, de a másik részük odavezetődik a testet fedő szőrhöz (3. ábra). A szőrök közé került vízcsepp olyan mértékben „felszeletelődik”, hogy mire a tőhöz jut, képes felszívódni a testet védő kütinhártya pórusain és eljutni az izomzathoz, meggátolva azok kiszáradás okozta megmerevedését. Az



4. ábra. Harmatcsepp borította Ikarusz boglárka (*Polyommatus icarus*): jól látható a lepke pödörnyelve, amint feltételezhetően a szeme körül összegyűlt nedvességet szívogatja (Christien Zoet felvétele)

sem zárható ki, hogy a felszeletelt vízcseppek egy része a hajszálcsovésség hatásának köszönhetően szívódik fel. Így az éjszaka folyamán a lepke testének belső szervei megfelelő nedvességhez jutottak, és képződött annyi nedvességtartalék is, hogy a következő meleg napon is aktív lehessen. Az is előfordulhat, hogy a már átmelegedett reggeli réten ébredő lepke a még harmatcsepp-borította testéről gyűjti össze a nedvességet (4. ábra). Megkapó látvány, amikor kora reggel a lepkék fejével felfelé ülnek a fűszálak végén, a szárnyaikat a Napra fókuszálva sütikéreznek, így melegítve éjszaka bár lehült, de felfrissült testüket.

Vajon csak a Boglárka-rokonúak nemzetiségébe tartozó fajok képesek a leírt módon a nedvesség felvételére? Vagy más lepkék is viselkednek így? Esetleg találunk még hasonló jelenségeket az élővilágban?

Bár a legfeltűnőbbek a boglárkák alvótársaságai, sokszor találtam tarkályokat¹ és szemőcöket² is füves pusztákon a mélyebb

részeken összegyűlve éjszakázni. Feltételezem, hogy a boglárkákhoz hasonló stratégiát folytatnak, hiszen szárnyaik töve ugyanolyan bundás. És ugyanígy, a légkörből veszik fel a nedvességet például bizonyos sivatagi fűfélék [1] és gyászbogarak [2] is. Ők is nanoméretű szerkezetekkel aprítják parányi darabkára a vízcseppeket, és így veszik magukhoz a létükhöz szükséges nedvességet a vízpermetet tovaszállító szelekből vagy a rendszeresen megjelenő ködökből.

Meggyőződésem, hogy még számos, a fentiekhez hasonló jelenség fordul elő a természetben, csak még nem írták le őket. Minthogy a biomimetika korunk tudományának egyik legfiatalabb ága, és a biológusok és fizikusok karöltve kutatnak az érdekes jelenségek után, bizonyos, hogy hamarosan felfedezik őket.

Az élőközösségek védelme szempontjából újabb példát láthatunk arra, hogy milyen bonyolult és összetett bizonyos fajok életmenete. Így védelmük tervezésekor nemcsak a tenyészhelyet, hanem olyan területeket is óvni kell, amelyek fontos szerepet játszanak a védendő fajok egyedinek életmenetében. Ezek egymástól sokszor távol eső területek. Mert hiába nő nagy mennyiségben a hernyó tápnövénye a területen, és látszólag minden rendben is lenne, ha a boglárkák eltűntek. Talán éppen azok a helyek hiányoznak, ahol a régen is előforduló meleg nyári heteket biztonságosan átvészelhették!

Köszönöm Bíró László Péter fizikus kollégámnak a képeket és a szöveghez fűzött megjegyzését, kiegészítéseit, és Katona Gergely munkatársamnak a képekkel kapcsolatos technikai segítséget, lepkész társaimnak a közlésre átengedett képeket. A munka az OTKA 111741 számú kutatási téma keretében készült.

Lábjegyzet

A nevek kapcsán lásd: Bálint Zsolt, 2016: A nappali lepkék magyar nevei. Acta Naturalia Pannonica 11.

Irodalom

- [1] A. Roth-Nebelsick, M. Ebner, T. Miranda, V. Gottschalk, D. Voigt, S. Gorb, T. Stegmaier, J. Sarsour, M. Linke, and W. Konrad, 2012: Leaf surface structures enable the endemic Namib desert grass *Stipagrostis sabulicola* to irrigate itself with fog water. Royal Society Journal Interface 9(73): 1965–1974.
- [2] J. Guadarrama-Cetina, A. Mongruel, M.-G. Medici, E. Baquero, A. R. Parker, I. Milimouk-Melnitchuk, W. González-Viñas, and D. Beysens, 2014: Dew condensation on desert beetle skin. The European Physical Journal E 37: 109..dR

E számunk szerzői

DR. BENCZE GYULA, a fizikai tudomány doktora, MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont, Részecske- és Magfizikai Intézet, Budapest; DR. BÁLINT ZSOLT főmuzeológus, Magyar Természettudományi Múzeum Állattár, Budapest; DR. BREZSNYÁNSZKY KÁROLY geológus, PhD, Budapest; DR. DULAI ALFRÉD geológus, PhD, Magyar Természettudományi Múzeum, Budapest; DULAI DÁVID egyetemi hallgató, Sopron; DR. CSABA GYÖRGY professor emeritus, Semmelweis Egyetem, Genetikai, Sejt- és Immunbiológiai Intézet, Budapest; DR. CSUPOR DEZSŐ gyógyszerész, Szegedi Tudományegyetem, Farmakognózi Intézet, Szeged; DR. KITTEL ÁGNES tudományos tanácsadó, MTA Kísérleti Orvostudományi Kutatóintézet, Budapest; DR. KOMLÓSSY GYÖGY geológus, Budapest; KOVÁCS BERNADETT PhD, Szegedi Tudományegyetem, Farmakognózi Intézet, Szeged; LA-DÁNYI LÁSZLÓ geográfus, Budapest; DR. MAJOR ISTVÁN vendégprofesszor, Cearai Állami Egyetem, Fortaleza, Brazília; DR. RADNAI GYULA fizikus, egyetemi docens, ELTE Fizikai Intézet, Budapest; DR. SZABÓ LÁSZLÓ Családgondozási Módszertani Tanszék, Egészségfejlesztési és Klinikai Módszertani Intézet, Egészségtudományi Kar, Semmelweis Egyetem, Belgyógyászat-Pulmonológiai Osztály, Heim Pál Gyermekkorház, Budapest; SZÉNÁSI RÉKA szabadbölcsész, gyakornok, Magyar Televízió, Budapest; DR. VASSÁNYI MIKLÓS PhD egyetemi docens, filozófus, történész, Károli Gáspár Református Egyetem, Budapest.

Júliusi számunk tartalmából

Schiller Róbert: Thomas Mann halálos betegeinek ágya mellett
Othonosan a primek világában.
Beszélgetés Pintz János akadémikussal
Komlóssy György: A geológus és kalapácsa egyszer csak megnyugszik.
Harmadik, befejező rész
Szabó Márton: Kajmánhalak
Molnár V. Attila: Megporzási válság
Telbisz Tamás: Mi van az Üres Negyedben?
Kovács Gergely Károly: Szántóföldek madárvilága
Szemérmes férfibajok. Beszélgetés
Benyó Mátyas urológus-andrológussal

A Magyar Gyógyszerésztudományi Társaság (MGYT) Gyógynövény Szakosztálya a 2016-os Év gyógynövényének a kamillát választotta. A kamilla (*Matricaria recutita* L.) vagy orvosi székfű az ókor óta az egyik legjelentősebb európai gyógynövény, amelynek virágzata, illóolaja és kivonatai a növény bizonyított hatásai révén napjainkban is helyet kapnak a terápiában.

A kamilla Kelet-Európában őshonos, de ma már több földrészen megtalálható. Áprilistól júniusig virágzik, 10–60 cm magas növény. Fészekvirágzata fehér nőivarú nyelves virágokból és sárga, himnös csöves virágokból áll. A virágzatokat tartó vacok fontos támpont az orvosi székfű azonosításához: más, hasonló megjelenésű fajokkal ellentétben a vacok üreges és kúp alakú. Ennek ismeretében a kamilla megbízhatóan elkülöníthető a fajra jellemző gyógyhatásokkal nem rendelkező fajtától, és az olyan allergizáló növényektől, mint a nehézszagú pipitér (*Anthemis cotula* L.).

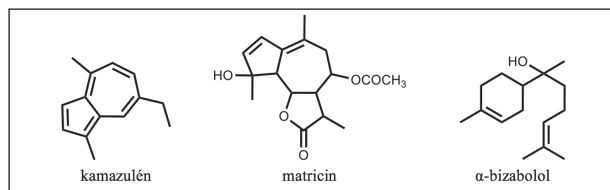
A kamilla hazánkban sokfelé megtalálható, vad állományaiából napjainkban is nagy mennyiségben gyűjtik. Az „alföldi kamillavirágzat” 2012-ben felkerült a védett eredetű európai uniós termékek listájára. Az iparilag feldolgozott növényi anyag egy része természetes állományokból származik. A feldolgozás első lépése a virágzatok szárítása. Az illóolajat hagyományosan ún. vízgőz-desztillációval nyerik ki a növényből, amelynek során a hő hatására az olajban lévő egyes anyagok átalakulnak (a matricinből kamazulén keletkezik), így alakul ki az olaj jellegzetes mélykék színe. Ha az illóolajat hőközlés nélkül állítják elő (pl. szuperkritikus extrakcióval), a színe sárgás lesz. A kamillát tartalmazó termékek alapja általában a virágzatok vizes-alkoholos kivonata, amelyek nagy mennyiségben tartalmazzák a növény hatását felelős vegyületeket.

A kamillavirágzat tartalomanyagai között hidrophil és lipophil karakterű vegyületek egyaránt megtalálhatóak. A lipophil vegyületek elsősorban az illóolaj szeszkviterpén komponensei, amelyek közül mennyiségileg az α -bizarabol és a kamazulén emelkedik ki. A növény nagy mennyiségű flavonoidot (fő komponensek az apigenin és luteolin) és poliszacharidokat (nyálka) tartalmaz. Ez utóbbi két vegyületcsoport hidrophil és nem illékony, így ezek a vizes, alkoholos-vizes kivonatokban dúsulnak fel.

A kamilla tartalomanyagai és hatásai közötti összefüggés elég alaposan feltárt. Antimikrobás (baktérium-

A kamilla

CSUPOR DEZSŐ-KOVÁCS BERNADETT



és gombaellenes) hatása, amelyet kivonataival és illóolajával is kimutattak, szeszkviterpénjeinek tulajdonítható.

ság referencia-gyógyszerekkel (pl. szteroidtartalmú kenőcs) összehasonlítva is igazolható volt. Bár hazánkban



A kamilla hazánkban sokfelé megtalálható, vad állományaiból napjainkban is nagymennyiségben gyűjtik (Kalotás Zsolt felvételei)

Egyes vegyületek citotoxikus hatásúak daganatsejteken, de ilyen aktivitást csak *in vitro* körülmények között mutattak ki. A növény kivonata állatkísérletben oldotta a bélgyöcsöket, és bélnyálkahártya-védő hatását is leírták. Gyulladáscsökkentő hatásáért az azulén (a kamazulén és rokon vegyületei), a poliszacharidok és a flavonoidok felelősek. A hatás gyulladásmediáló citokinek (IL-1, 6, 8) termelődésének gátlásával, valamint a gyulladás kialakulásában szerepet játszó enzimek (ciklooxygenáz-1 és -2) bénításával magyarázható. Mindezt elsősorban a szeszkviterpének aktivitása okozza.



Az „alföldi kamillavirágzat” 2012-ben felkerült a védett eredetű európai uniós termékek listájára

ilyen célra nem alkalmazzák, Európa déli országában és Angliában a kamilla nyugtató hatása elismert. Szorongásol-

dó hatását klinikai vizsgálatban is megfigyelték (az ezért felelős hatóanyagok nem ismertek). A népi gyógyászatban közismert, emésztési panaszokat enyhítő hatását (görcsoldó, hasmenést mérséklő) is megfigyelték modern vizsgálatban.

A népi orvoslásban a kamillát általában teaként alkalmazzák. Mivel a vizes kivonat nagy mennyiségben tartalmaz a hatásban szerepet játszó anyagot, a kamillatea belsőleg és külsőleg is megalkalmazható. A teát forrázással kell készíteni (azaz forró vízzel leönteni és pár perc múlva szűrni), ugyanis a főzés a hatóanyagok bomlását és az illóolaj elpárolgását eredményezi. Bár az illóolaj nem elegyedik a vízzel, a növényből kioldódó felületaktív anyagok jelenléte miatt a kamillatea illóolajat is tartalmaz. Egy csésze tea 1–2 kávéskanál virágzatból készíthető. Az orvosi székfű nagyon biztonságos gyógynövény, helyi alkalmazás során nem okoz bőrirritációt. A kamillának tulajdonított allergiás esetek zöméről később kiderült, hogy valószínűleg a szennyezésként jelen lévő vagy tévesen kamillaként azonosított nehézzagú pipitér okozta a panaszokat. Ezért is nagyon fontos, hogy még ebből az ártalmatlan, de hasznos gyógynövényből is megbízható, jó minőségű alapanyagból készítsük el a teánkat.

A Magyar Gyógyszerész-tudományi Társaság Gyógynövény Szakosztályának célja, hogy tevékenységével hozzájáruljon a gyógynövények szakszerű alkalmazásának terjedéséhez. Ennek jegyében indította útjára 2013-ban az Év gyógynövénye kezdeményezést. Az Év gyógynövényének megválasztásával évről évre újabb gyógynövényre irányul a figyelem, és a kiválasztott növényvel kapcsolatos ismeretek, a hatásával, alkalmazásával összefüggő fontosabb ismeretek az érdeklődők széles köréhez juthatnak el. Az Év Gyógynövénye programról és a kamilláról bővebb információ a <http://evgyogynovenye.hu/> oldalon található.

Bél-kő: „Hegy, mely a homlokát ráncolja...”

Kevés településnek adatik meg, hogy a természet olyan látványos háttérrel ajándékozza meg, amelyet a Bél-kő hatalmas mészkőrögei jelentenek, amint a bélápátfalvi cisztercita apátság épülete fölé tornyosulnak. Bár a kopár sziklafelszínen nemcsak a természet erőinek örökös munkája, hanem az emberi tevékenység is mély nyomokat hagyott, az idelátogató elé így is ámulatba ejtő tájkép tárul.

Heves megyében, Egertől alig 20 km-re található Bélápátfalva. A település határában emelkedik a Bél-kő, a környék szent hegye. A lábánál található hazánk egyetlen épségben megmaradt, román stílusú apátsági temploma. Alapítólevele 1232-ből származik. A cisztercita apátság eredetileg a Bél nemzetség családi monostora lehetett. A Nagyboldogasszony tiszteletére felszentelt monostor temploma a középkorban búcsújáró hely volt. Ez a hagyomány a török hódoltság idején hanyatlásnak indult, de az 1700-as években újjáéledt.

Az alapító helyválasztása nem véletlenül esett erre az erdős-ligetes területre. A közelben fakadó Háromkúti-forrás a létfontosságú ivóvizet, míg az épület fölé tornyosuló Bél-kő hatalmas rögeivel nemcsak a természeti, hanem a spirituális hátteret is adta. A hegy uralja is a tájat. (A Kárpát-medencében hasonló látványvilágot Torockó és a főle tornyosuló Székelykő együttese terem.) Csúcsán még a közelmúltban is áldozatot mutatott be a környék lakossága: Apostolok oszlása napján (július 15.) az új lisztből sült első kenyeret, mint szentelményt felvitték a hegyre és egy mészköszikla tetejére helyezték.

A nevéhez fűződő legendát Balogh Béni gyűjtésében olvashatjuk: „*A tatároktól elszenvedett vereséget követően, IV. Béla királyunk kísérőivel a Bükk hegységben keresett menedéket. A sűrű rengeteg, a zengugos völgyek jó rejtékhelyet nyújtottak az üldözötteknek, mivel a síksághoz szokott lovas tatárok ide nem tudták követni őket.*

A megtépett sereg a sziklás bércek között táborozott le. Sem ételük, sem italuk nem volt. A király volt a leggyengébb, a legbelegebb köztük. Tikkasztó szomjúság kínoztta, de senki sem tudott vizet adni... Egy Beél nevű szikár legény azonban fogadalmat tett, hogy a föld alól is kerít vizet a királynak. Hosszas barangolás után a sziklák között rátalált egy forrásra, ahonnan sikerült vizet hoznia. A király megköszönte Beél önfeláldozó tettét, s méltó jutalmat ígért. Miután a tatárok kitakarodtak az országból, IV. Béla király magához hívatta és egy adománylevelet nyújtott át neki.” A legenda szerint így került a hegy és környéke a Bél nemzetség birtokába. A hatalmas kőbércet, amelynek aljában a forrás volt, azóta nevezi a nép Bél-kőnek.



A cisztercita apátság eredetileg a bél nemzetség családi monostora lehetett

A Bükk „nyugati bástyája”

A Bél-kő a Bükk-fennsík ékszerűen végződő nyugati szélén található. A Béli-medencéből 500 méter relatív magasságával kiemelkedő mészkőtömeg Bélápátfalva környezetének meghatározó táji eleme. A Bükk-fennsík déli és északi oldalán futó ún. „kövek vonulatának” indító tagja, amely harmadidőszaki szerkezeti vonalak mentén északi irányba

kissé elmozdult, szinte „letört” a fennsíkról.

A Bükk hegységet főleg tengeri üledékes kőzetek építik fel, amelyek, a földtörténeti ókor karbon időszakától (310–330 millió éve) a középidő jura időszakának végéig (170–150 millió éve) képződtek. A 140–180 millió év alatt lerakódott szinte folyamatos tengeri üledéksort mészkő, valamint később palává préselődött agyag (agyagpala), dolomit és homokkő alkotja. A Bükk karakterét a triász időszi fehérszínű világosszürke, helyenként rózsaszínű mészkő határozza meg. A Bél-kő főtömegét sekélytengerben lerakódott, középső-felső-triász (239–225 millió éve) keletkezett világosszürke mészkő (Bükk-fennsíki Mészkő) alkotja, amely a hegy legidősebb felszíni kőzete. Az eredetileg vízszintes rétegek a tektonikai mozgások hatására felboltozódva meggyűrődtek, és a préselődés eredményeként a redőntengely síkjával párhuzamos lemezre hasadoztak. Ezek a közel függőlegesen álló kőlapok szépen kirajzolódnak a hegy délnyugati orrán. A kőzet valódi rétegződését azonban nem ezek, hanem az északnyugati lejtőn látható lapos felületek jelzik. A Bél-kő délkeleti részén viszonylag kis vastagságban, keskeny redőkben megjelenik, a Répáshutai Mészkő Formáció vöröses árnyalatú zátonymészkője is.

A triász és jura idősziakban a békés üledékképződést jelentős kéregmozgásokkal együtt járó tenger alatti tűzhányó-tevékenység szakította meg. A jura idősziakban mélytengeri árok kinyílásával kapcsolatos bazaltból álló pámaláva-halmazok és az üledékbe nyomult magmás kőzetek jöttek létre (Szarvaskői Bazalt Formáció). Ennek itteni leglátványosabb feltárása a Szász-bérc útbevágásában látható. Szintén a jura idősziakban keletkeztek a Lökölgői Formáció sötétszürke, fekete palás kőzetei. A Bél-kő déli oldalán, a palabányászat feltárta és így jól megfigyelhető a Központi- és Déli-Bükk tektonikus találkozási zónája. Itt a triász időszi karbonátos kőzetek, szerkezeti vonal mentén érintkeznek a jurakorú agyagpala-, és mészkő-, illetve mélytengeri bazaltösszlettel.

A Bél-kő mai jellegzetes formavilágát az emberi tevékenységnek köszön-



Palabánya az ejtőaknával és kifolyóval

heti. A 90 évig működő cementgyár és mészegető kőbányászata a hegy felszínét teljesen átalakította. Az egykori tarajos sziklagerincet helyenként csaknem 90 méter vastagságban lefejtették, az északnyugati lejtőket pedig lépcsőkkel tagolták.

A szent hegy megsebzése

A XX. század első éveiben Belpátfalvát is elérte az iparosítás hulláma. 1908-ban Lovag Wessely Károly bécsi befektető cementgyártó üzem építésébe kezdett. Ennek fő alapanyagát egyrészt a közeli Bél-kő jó minőségű, hatalmas mennyiségben rendelkezésre álló mészkővagyona, másrészt a környéken előforduló agyag, agyagpala előfordulások jelentették. A hegyen a bányanyitás 1909-ben kezdődött az északnyugati hegyoldal lejtőjének közepén, 550 méteres tengerszint feletti magasságban. A viszonylag kis területű bányaudvarról egy altárót hajtottak ki, és a táró végénél felfelé műveléssel egy függőaknát létesítettek. A mészkő fejtése kezdetben az aknába történt, majd több mint 50 évig a hegy „homlokát” művelték lépcsősen. Jórészt ennek eredménye a hegy felszínének jellegzetes formakincse, melyről Szabó Magda írónő találoán jegyezte meg, hogy a „hegy ráncolja homlokát”. A teraszos lépcsős művelés később veszélyessé vált, ezért 1964-ben a hegy tetején, 730 méteres szinten új bányát nyitottak. Innentől kezdve a hegyet felülről művelték.

A II. világháborút megelőző időszakban itt állították elő Magyarország cementgyéneke egynegyedét. A bányát 1946-ban, a gyárat 1948-ban államosították. A cementgyár kapacitása 1950-től már elérte az évi 180 000 tonnát. A vízellátás javítására a Bél-kő alatt, a karsztvizek összegyűjtésére 418 méter hosszú vízgyűjtő alagút készült.

1974–1980 között új cementgyárat építettek, melynek termelése 1982-re elérte a maximális 1 250 000 tonnás teljesítményt. A gyártástechnológia modernizációjával sike-

negyedét az utolsó 23 évben termelték ki. Az égetett mészt gyártása 1998-ban, míg a cementgyártás 2000-ben fejeződött be. A bányá bezárására a tájrendezés után 2003-ban került sor.

Vissza a természetnek

A Bükk-fennsíkban felsziget-szerűen kinyúló Bél-kő változatos növény-, és állatvilágot rejt. Kedvező életteret biztosít a legkülönbözőbb igényű és elterjedésű növényfajoknak. A reliktum jellegűek mellett a Kárpát-medence több bennszülött faja is megtalálható itt: például a husáng, a magyar nyúlarkfű, vagy a pannon madárbirs. A hegy lejtőin három fokozottan védett, 35 védett és 14 lokális értékű növény is megtalálható. Kiemelkedő botanikai értéke a mediterrán hegyvidékekben otthonos szirti pereszely, amely hazánkban csak itt fordul elő.

A Bél-kő zoológiai értékeihez több lepkefaj (pl. a boglárkalepkefélék), számos védett hullófaj, mint a lábatlan gyík, az erdei sikló vagy a rézsikló tartozik. A kétélűek közül megtalálható itt a gyepi és erdei béka, a barna varangy és a sárga-fekete foltos szalamandra is. A hegynek gazdag a madárvilága is. A fokozottan védett bajszos sármány mellett nagyszámú és sokféle énekesmadár, különböző harkályfélék, valamint ragadozó madarak is élnek itt. Az erdei kisemlősök mellett gímszarvassal, mufonnal, rókával, nyesttel gyakrabban, míg a vadmacskával ritkábban találkozhatunk.

rült az egyik legjelentősebb környezeti terhelést, a porkibocsátást a tizedére csökkenteni. A bányaművelésének intenzívebbé válásával a mészkővagyon fogyása is felgyorsult. 1910–2000 között közel 19 475 000 tonna mészkövet bányásztak. A hegy eredeti anyagából mintegy 7 millió m³ hiányzik, aminek közel három-

A terület kisebb része már 1984-től, míg nagyobb része 2003-ban a Bükk Nemzeti Park tulajdonába került. 2006-ban a Bél-kő korábban mészkőbányászathoz kapcsolódó részeit bevonták a Natura 2000 programba. 2008 februárjában a 97,27 hektárnyi terület természetvédelmi területté nyilvánították. (Ebből 23,4 hektár fokozottan védett!) Kezeloje a Bükk Nemzeti Park Igazgatósága.

2003-ban adták át az 5 km hosszú, 7 állomásra felfűzött Bél-kő tanösvényt, amely a Bél-kő környékének kultúrtörténetét, a hegy földtani felépítését, növény- és állatvilágát mutatja be. Állomásai: Cisztercita apátság műemlék templom, bükkerdő a Bél-kő északnyugati oldalában, János-hegy, Vashánya-oldal, Palabánya, Szász-bérc, Bél-kő csúcsa (815 méter).

Indulás előtt érdemes lesétálni az település felőli parkolóba, mert onnan nyílik a legjobb rálátás az apátság és a hegy együttesére. A tanösvény nagyobb részt az egykori kőbányába vezető úton halad. Felérve a csúcsra a környék csodálatos pano-



Belpátfalva látképe a Bél-kő csúcsáról (A szerző felvételei)

rámája tárul a szemlélő elé. Ugyanakkor jól láthatóak azok a hatalmas sebhelyek is, amit a bányászat ejtett a hegyen. Csak remélni lehet, hogy a természet erői, a növényzet és állatvilág, az emberi pusztítás nyomait idővel majd elfedi, és így talán a „hegy homlokának ráncai” is megenyhülnek egyszer.

LADÁNYI LÁSZLÓ

Irodalom

- Balogh Béni: Bélkő In: Magyar királymondák Budapest, 2007
 Baráz Csaba, Holló Sándor, Ilonczai Zoltán, Schmotzer András, Sulyok József, Szitta Tamás: Tanösvény a Bél-kőn Bükk Nemzeti Park Igazgatóság. Eger, 2003
 Budai Tamás (szerk.) - Gyalog László (szerk.): Magyarország földtani atlasza országrajroknak. Budapest 2010

Nagyvárostól fővárosig: Melbourne – Canberra

DULAI ALFRÉD – DULAI DÁVID

Több mint egyhónapos ausztráliai tartózkodás után a bőség zavara akadályozza egy szűkszavú beszámoló elkészítését. Segíti a helyzetet, hogy a hat évvel ezelőtt közölt két cikkben már körbejártuk Melbourne városát és környékét. Újabb háromrészes cikksorozatunk első részében egy Melbourne-től Canberráig tartó kirándulás látnivalóit ismertetjük. A folytatásban a Canberra és Melbourne közötti óceánpart legszebb látnivalóiból szemezgetünk, majd végül a nagyon változatos természeti környezetről, és Auszália csodálatos élővilágáról számolunk be.

Melbourne Auszália második legnagyobb városa a maga csaknem 4,5 milliós és egyre növekvő lakosságával. A kontinensnyi országban még mindig van terület a bővülésre, így még a belváros sem nyomasztóan zsúfolt, nem

semmi meglepőt abban, hogy a világ legélhetőbb városa címért folyó versenyben Melbourne mindig a dobogón található. A mintegy 100 km átmérőjű város hatalmas kiterjedését és méreteit már akkor érezzük, amikor órákon keresztül autózhatunk egyik szélétől a másikig. Még látványosabb képet kaphatunk, ha a belváros közepén vesszük a fáradságot és felmegyünk az Eureka Torony tetejére. Valójában ez nem olyan nagy fáradság, hiszen a lift villámgyorsan felvi-

je le a 3680 lépcsőfokot. Melbourne legmagasabb épülete 297 méterrel ezüstérmes Ausztráliában, de az egész világon is csak mintegy három tucat magasabb építmény található. A 91 emeletes lakóépület 88. emeletén található a Skydeck nevű kilátó, ahol körbesétálva minden irányban fantasztikus látványban lehet részünk. Innen lehet igazán megtapasztalni a város méreteit. A padlótól a mennyezetig tartó vastag üveg lehetővé teszi a jó kilátást, de a tükröződés nem igazán segíti elő a jó fotók készítését. Még a tériszonyban szenvedők is elismerik azonban, hogy ezért a látványért érdemes leküzdeni a rettegést. Nekik



Eureka Torony: a világ legmagasabb lakóépülete Melbourne belvárosában, a Yarra-folyó mellett

is beszélve a tágas kertvárosokról. Ennek köszönhetően nemcsak az itt lakók, hanem a rövid időre idelátogatók sem találnak

feljuttatják a gyanútlan turistákat csaknem 300 méter magasságba. Olyan opciót nem lehet választani, hogy valaki gyalog küzd-



Naplemente a Murray-folyó partján

viszont nem igazán javasolt az a plusz látványosság („The Edge”), melynek keretében a bátrabbak (plusz belépődíj fejében) kimehetnek egy üvegkalitkába, amely szó szerint a semmiben lóg, csaknem 300 méter magasságban. Annyiban érthető a tériszonyosok aggálya, hogy ez egy igen magas és eléggé keskeny épület, amelynek a teteje akár 600 mm kilengésekre is képes. Építészetben laikusok számára érdekes és ötletes megoldásnak hangzik, hogy a



Lenyűgöző melbourne-i panoráma csaknem 300 méter magasból

90. és 91. emeleteken elhelyezett két 300 ezer literes víztartály segítségével csilláptják ezeket az oldalirányú elmozdulásokat. Maga az épület kívülről is látványos. A prospektust olvasgatva derül ki, hogy miért voltak olyan ismerősek az épületet díszítő vízszintes fehér vonalak: a vonalzó milliméter beosztása ihlette az építészeket. Az élénk nyári napsütésben a torony teteje szikrázóan ragyog, mivel a felső 10 emelet ablaküvegeit 24 karátos arannyal vonták be.

A Melbourne környéki nézelődések mellett lehetőségünk nyílt egy kilenc napos autós kirándulásra, mely során elmentünk Ausztrália fővárosáig. Canberrát megcélózva olyan útvonalat választottunk, hogy odafele a kontinens belsejében, visszafelé pedig az óceánparton tudjunk szétnézni. A szárazföldön ÉK felé haladva, a mintegy 650 kilométeres úton kézenfekvő éjszakai pihenőhelyet kínál a Murray-folyó partján elterülő Albury. Az alig 42 ezer fős városka már Új-Dél-Wales területén fekszik, ugyanakkor a folyó túloldalán található „ikervárosa”, a kétszer akkora lakosságú Wodonga még Victoria területére esik. A Nagy-Vízválasztó-hegység lábainál levő város története 1824-ig nyúlik vissza, de csak 1851 után vált jelentőssé, miután az ausztrál kormányzat kijelölte a határt Victoria és Új-Dél-Wales között. Ekkor vált Albury határvárosá, és ennek köszönhetően lendült fel a kereskedelem. A városban található mintegy tucatnyi jelentősebb épület közül kiemelkedik az 1882-ben átadott vasútállomás, ami a Nagy Déli Vasútvonal legutolsó megállója volt. Ausztrália egyik jelentős vasúti termináljának, és egyik leghosszabb (450 méteres) vasúti peronjának a fontosságát azonban nagyrészt mesterségesen

gerjesztették. Meglepő módon ugyanis a két szomszédos állam vonatai különböző szintávon közlekedtek, így a határt jelentő Alburyben mindent át kellett pakolni másik vonatra. A természetkedvelők kedvéért említésre méltó a meglepően korán, 1877-ben létrehozott Albury Botanikus Kert, ahol több mint ezer növényfaj tekinthető meg. Ausztrália sok más vidékéhez hasonlóan az itteni kemping területe és a mellette lévő park is rengeteg madárnak nyújt

bócabőrök hevertek mindenhol. Szemmel láthatóan a legkisebb szilárd felület elég nekik a vedléshez.

A Murray több mint 2500 kilométerével Ausztrália leghosszabb folyója. Az Ausztráliai-Alpokban eredő folyam meanderezve halad ÉNy felé, miközben sokáig természetes határt alkot Victoria és Új-Dél-Wales között, majd végül az Alexandrina-tónál éri el az Indiai-óceánt. A folyó és környéke nagyon gazdag állatvilágnak nyújt élőhelyet, amelynek a legszebb példája Albury közelében a várostól alig 6 kilométerre fekvő „Wonga wetlands”. A Wonga kormoránt jelent az őslakosok nyelvén. A névadás nem lehetett véletlen, hiszen még ma is négy különböző kormoránfaj fordul elő errefelé. A 80 hektáros védett területen hét lagúna helyezkedik el a folyó árterében, igazi paradicsomi állapotokat teremtve az itt előforduló 154 madárfajnak. Noha alapvetően az élőhely és az élővilág védelmére hozták létre, a természetvédelmi területen szívesen látott vendégek a madarászok, a fotósok és az iskolás csoportok egyaránt. Ezt segíti a hat madármegfigyelő les, a különböző hosszúságú gyalogösvények, a piknik- és BBQ-sütő helyek. Különleges élményt kínál az őslakosok mai utódai által kialakított kempingező hely, ahol a Wiradjuri népcsoport egykori életviszonyai és szokásai ismerhetők meg.

Az erre járó magyaroknak Albury közelében érdemes felkeresni az egykori me-



Termetes levedlett kabócabőrök Albury parkjában

othont. A számos különböző papagáj és egyéb madárfajok mellett itt végre majdnem szemtől szembe találkozhattunk a kabócákkal, melyeknek eddig csak a hangját hallottuk mindenhol. A dolog szépséghibája, hogy itt is csak a levedlett hatalmas ka-

nekülttábor Bonegilla területén. A II. világháború után kialakított befogadó központok közül ez volt a legnagyobb. Az Európából érkezők nagy részét ide irányították, és angoltanfolyamokkal, valamint az ausztráliai életre felkészítő kurzusokkal



Mindössze ennyi látható kívülről az ausztrál parlament épületéből

segítették őket. A táborban 1947 és 1971 között mintegy 30 országból több mint 320 ezer bevándorló, köztük rengeteg magyar fordult meg. Egyes becslések szerint minden huszadik ma élő ausztrálnak valamilyen felmenője, vagy rokona megfordult a bonegillai táborban. A legnagyobb kihasználtság idején egyszerre 8000 ember élt itt, így esetenként sátrakat is kellett állítani a barakkok mellett. A tábor még a világháború alatt hozták létre a háborúba induló ausztrál katonák részére. Mivel tartottak az esetleges japán támadásoktól, a tábor valójában egymástól megfelelő távolságra lévő tíz kisebb táborból állt, hogy ne lehessen egyetlen bombázással mindent elpusztítani. Amikor átalakult befogadó táborrá, hasznosnak bizonyult ez a megosztottság, mivel a különböző nemzetiségű bevándorlókat legalább részben el tudták különíteni egymástól. A melbourne-i kikötőbe hajóval érkező embereket vonattal hozták ide, és a katonai tábor deszkából épült barakkjaiban szállásolták el az érkezőket. A menekülteknek két éves munkaszerződést ajánlottak és végzettségtől függetlenül elsősorban a környékbeli farmokra, fakitermelésre vagy gyümölcszedésre vitték a bevándorlókat. A több mint 24 blokkból mára csak a 19-es maradt meg, melyet minden nap ingyenesen látogatható múzeummá alakítottak. A magyarok egykori nagyszámú jelenlétét bizonyítja az egyik barakkban található üzenőfal, ahol a visszalátogató korábbi táborlakók hagyhatnak üzenetet. Itt pár perc alatt tucatnyi magyar névvel aláírt, sőt sokszor magyar nyelvű felirat fedezhető fel.

Az emberek többsége meglepődik, amikor először szembesül a ténnyel,

hogy Ausztrália fővárosa nem Melbourne vagy Sydney. Canberra eléggé speciális helyzetben van, hiszen 360 ezer

sági világválság miatt igen lassú ütemben haladtak. A Griffin-tó köré épült várost szép természeti környezetben négy hegy öleli körül.

Fővárosi létének megfelelően a különböző múzeumok és galériák mellett szinte kötelező látnivaló a városban a parlament. Mivel az 1927-ben megnyílt eredeti épület egy idő után kicsinek bizonyult, 1988-ban átadták a parlament jelenleg használt épületét. A Canberrában először járó látogatóknak nem is olyan egyszerű idetalálnia, hiszen kívülről szinte csak egy dombtetőn álló hatalmas zászlótartó oszlop látszik. Az épület nagy része föld alá süllyesztett, parkosított tetején pedig szabadon sétálhatnak a látogatók. Az építkezés során egymillió köbméter talajt és kőzetet távolítottak el az épület helyén, de aztán ennek mintegy 80%-a visszakerült az épület tetejére. A felszínről nehezen képzelhető el, hogy a föld alá süllyesztett építmény 4 szintjén összesen több mint 4500 helyiség található. Egy ország parlamentjét bejárni mindig különleges élmény. A canberrai parlament épülete azonban geológus szemmel sem mindennapi látnivaló, a látványos és különleges díszítőkövek miatt. A 35 külön-



Reggeli etetés a rózsás kakaduknál, Albury park (A szerzők felvételei)

fős lakosságával mindössze a nyolcadik legnagyobb város Ausztráliában, és egy politikai döntés után a semmiből hozták létre a két vetélkedő nagyváros (Melbourne és Sydney) helyett. Az óceántól 120 kilométerre nyugatra fekvő város alig száz éves múltra tekint vissza. Új-Dél-Wales 1909-ben adta át a területet a szövetségi kormánynak, hogy várost építsenek rajta. Az építkezések a chicagói Walter Griffin irányításával zajlottak, de az I. világháború, majd a gazda-

böző felhasznált kőzet a tervezők szándéka szerint nemcsak dekorációként szolgál, hanem Ausztrália egyes területeire és kulturális változatosságára is utal. A különböző gránitok és márványok beszerzését azonban nem korlátozták Ausztráliára. Ha az építészek úgy ítélték szükségesnek, akkor bizony nem haboztak Olaszországból beszerezni a carrarai márványt. A látványt és az összehatást tekintve mindenestre nagyszerű munkát végeztek mind a tervezők, mind a kivitelezők.

CS

Lesz-e utánpótlásuk a „marslakóknak”?

BENCZE GYULA

*Non scholae, sed vitae discimus.
Nem az iskolának, hanem az életnek tanulunk.*



„Marslakók”: Kármán Tódor, Neumann János, Szilárd Leó, Teller Ede, Wigner Jenő

Hazánk egyik büszkesége, a *marslakók* legendája ma már közismert, miszerint „Mi magyarok, derekasán hozzájárultunk a világ haladásához. Bolyai János, Jedlik Ányos, Eötvös Loránd, Semmelweis Ignác és más tudós nagyjaink világszerte elismert eredményei alapján pedig nyilvánvaló, hogy a természettudományok terén a 19. században egy nemzetnél sem voltunk alábbvalók. A 20. században talán még előbbre haladtunk, ám e kor háborúi, történelmi sorsfordulói, diktatúrái igen sok honfitársunkat sodorták külföldre, a területileg és lelkileg egyaránt megcsonkított országból. A virágzó magyar iskolák nevelő-munkájának gyümölcse nagyrészt az Újvilágban, Amerikában érett be. A magyar nemzet fiainak hozzájárulása a világ tudományos haladásához s az őket menekülteként befogadó országok fejlődéséhez szinte felmérhetetlen. — Azt a mintegy félszáz magyar tudóst, akik az atomkor, a komputer- és az űrkorszak kialakításában meghatározó szerepet játszottak — legendás tudásuk, zseniális fantáziájuk, egymás közt beszélt nyelviük és furcsa angol kiejtésük miatt — tudós barátaik tréfásan marslakóknak nevezték” [1].

Ma már mindenki elismeri, hogy a marslakók látványos sikerei és elismertsége az oktatásnak, a kiemelkedő képességű tanároknak és a nagyszerű iskoláknak is köszönhető. Érdekes azonban megjegyezni, hogy a marslakók mindegyike a természettudományok vagy a matematika terén nyújtott kimagasló teljesítményt. Azóta azonban az oktatással – főképpen a természettudományos oktatással – kapcsolatban sokféle vélemény látott napvilágot.

Nem véletlen tehát, hogy az is felvetődött: *Lesznek-e még marslakók?* [2].

Egy 2008-ban tartott vegyészkonferencián Kovács Lajos, a Szegedi Tudományegyetem professzora *A kémia társadalmi megítélése* címmel tartott előadásában [3] hivatkozik Vekerdy Tamás pszichológus kijelentésére, miszerint: „...a hagyományosan demokratikus országokban a természettudományos tárgyakat kisebb óraszámban oktatják. A diktatórikus rendszerek sajátossága, hogy a tananyagban felduzzasztják ezeket a humán tárgyak rovására.” Kovács Lajos hozzáteszi: „A saját szakterületén elismert szakember szavai annak idején komoly felháborodást váltottak ki, mindez azonban nem tompítja azt a tényt, hogy sokan (túl sokan) vélekednek úgy ebben az országban, hogy a természettudományok tulajdonképpen szükségtelenek és alárendelt szerepet kellene kapniuk az oktatásban.”

Egy oktatási szakember, Máth János kissé pesszimista véleménye szerint [4]: *A diákoknak a természettudományok iránti érdeklődése aggasztóan alacsony szinten van. A feladat jelenleg nem az, hogy a sok kiváló jelöltből kiválasszuk a legjobbakat, hanem hogy találjunk elegendő tehetséges diákot, akit van értelme egyetemen tanítani. E probléma okait – többek között – abban látjuk, hogy a természettudományos oktatás tananyaga és egész gondolkodásmódja alkalmatlan arra, hogy a diákok többségét számukra hasznos tudáshoz juttassa. Ez soha nem volt másképp, de a digitális kor változásai jelentősen felerősítik e tény következményeit. Különösen nagy kárt okoz ez a szemlélet a kisgyerekek-*

nél, ahol nemcsak a gyerekek, de a tanítók gondolkodásmódja is távol esik az elvont fogalmakra építő, akadémikus tananyagtól. A változtatásokhoz a felnőttek fejében is fogalmi váltásra lenne szükség, miként azt a gyerekektől is rendszeresen elvárják a természettudományi oktatás során. ...azt szeretnénk hangsúlyozni, hogy véleményünk szerint a természettudományos oktatás túlságosan el van foglalva a saját, ill. a tudomány észjárásával, fogalomrendszereivel, ütemtervével. Már-már kevély módon söpri félre a gyerekekben felhalmozott, érzékszervi szinten erősen megalapozott, de tudományos szempontból nem elég korrekt, „lokálisan érvényes” tudást. Ráadásul teszi ezt annak felismerése nélkül, hogy az így félretolt tudás nagyságrendekkel gazdagabb és sokkal mélyebben gyökerező, mint a tudományos nyelvvezettel prezentált iskolai anyag. E gyakorlat mögött egy olyan összefüggő, implicit meggyőződésrendszer húzódik meg, ami nincs feltárva.

Mielőtt elötné bennünket a kétségbeesés, érdemes kézbe venni a Természet Világa ez év áprilisi számát [5], amelyben a folyóirat 25 éve nagy sikerrel működő diákpályázatának részleteit tekintik át a szerkesztők. Megtalálható benne a diákpályázat győzteseinek fényképgalériája, a 1992–2016 között díjazott diákokat felkészítő tanárok fényképes listája, valamint a Rotary-díjjal kitüntetett legjobb tanárok is. A pályázatokat kiemelkedő tudósok bírálták el, akik nem egyetemi oktatásra való alkalmasságot keresnek, hanem kiválóságot díjaznak! A diákpályázat a tehetséggondozás nagyszerű példája, vagy ahogyan a szerkesz-

tők fogalmaznak, *misszió*. A pályázatok tematikus sokszínűsége és színvonala nem hagy kétséget afelől, hogy készül a *marlakók* utánpótlása! Kissé bombasztikusan fogalmazva, a győztes diákok tarsolyában ott van (nem a marsallbot, hanem) a marslakó belépő igazolvány, amellyel idővel tagjai lehetnek majd a nagyhírű közösségnek!

Az is szívet melengető, hogy mennyi kiváló tanár van, aki (külön fizetség nélkül) időt és fáradságot szentel az érdeklődő (ilyen is van!) diákok felkészítésére és érdeklődésük kielégítésére. Az, hogy a múlt század kiemelkedő iskolái, a Fásori Gimnázium és a Trefort utcai Mintagimnázium képesek voltak annyi kiváló diákot *termelni*, arra enged következtetni, hogy az oktatás problémáit csak kiváló tanárok segítségével lehet megoldani, nem absztrakt elméletek alapján. A tehetséggondozásnak nagy hagyományai vannak Magyarországon. Elég csak megemlíteni az Eötvös Collegiumot, az Eötvös-versenyt, a Középiskolai Matematikai és Fizikai Lapokat [6], az országos és helyi tanulmányi versenyeket.

A Mintagimnázium egykori diákjaként, az Eötvös Loránd Tudományegyetemen diplomát szerző fizikusként stílszerűen Eötvös Loránd gondolataival adok nyomatékot a mondanivalónak: „*Igazán segítő, igazán művelő csak úgy lehet a tanítás, ha nem szorítok ismeretek közlésére, hanem amellett arra törekszik, hogy alapját vesse annak a gondolkodásmódnak, amelyet ma rendszeren természettudományi gondolkodásnak szoktak nevezni.*” (Rektori beszéd 1892-ben.) „*...az egyetem tudományos tanításának színvonalát egyedül tanárainak egyénisége állapítja meg.*” (Rektori beszéd 1891-ben.)

Feltehetően nem mindig lehetett/lehet észrevenni, hogy minden nehézség ellenére voltak, vannak még kiváló iskolák, nagyszerű tanárok, és olyan tehetséges diákok, akik az eötvösi szellemben nevelt tudósainak irányításával elszántan érdeklődnek a természettudományok iránt. Hacsak nem akarunk mindent általánosságban megreformálni, megint lesznek majd marslakóink! ☒

Irodalom

- [1]. <http://www.nemzetismeret.hu/>
- [2]. Bencze Gyula: Lesznek-e még marslakók? Fizikai Szemle 2013/6, 205. old.
- [3]. Kovács Lajos: A kémia társadalmi megítélése. MKE Vegyészkonferencia, Hajdúszoboszló, 2008. június 19-21.
- [4]. Dr. Máth János: A természettudományos oktatás válsága. Magyar Tehetségsegítő Szervezetek Szövetsége, Budapest, 2014.
- [5]. 25 éves a Természet Világa tehetséggondozó missziója. Természet Világa 2016/4. XLIX - LXIV. old.
- [6]. Radnai Gyula: Fizikus tehetségpont a két világháború között. Fizikai Szemle, 2015. 7-8. szám.



(2016. április)

ASZIMMETRIKUS HOLDUNK

Köztudott, hogy a Hold keringése kötött, vagyis keringési és tengelyforgási ideje megegyezik, ezért mindig ugyanazt az oldalt fordítja felénk. Ismert az is, hogy felszínének látható oldalát nagy kiterjedésű bazaltsíkságok, az úgynevezett „tengerek” (*mare, maria*) és a világosabb színű, tagoltabb felföldek (*terra, terrae*) borítják. A távcsövek korának évszázadai alatt egyre részletesebben feltérképezték az utóbbiakra jellemző krátereket.

A Hold túlsó, a Földről soha nem látható oldaláról a Luna-3 űrszonda 1959-ben készítette az első képeket. A fotók gyenge minősége ellenére feltűnő volt, hogy a túlsó oldalon alig vannak tengerek (kivétel a Moszkva-tenger, illetve a tengerek és a kráterek közötti átmenetet jelentő, bazalttal elöntött belsejű Ciolkovszkij-kráter), a felszín jellemzően az innerső oldal felföldeire hasonlít. A későbbi űrszondás mérések a felszín kémiai összetételében is kimutatták ezt az aszimmetriát. A szembeötlő eltérés okát azonban mindmáig nem sikerült megnyugtatóan tisztázni.

Az Apollo-program kőzetvizsgálatai kiderítették, hogy a holdi tengerek 3 milliárd évnél idősebbek, az akkoriban bekövetkezett hatalmas erejű becsapódások által létrehozott medencéket elöntötte a sötétebb síkságokként megszilárduló bazaltláva (a 300 km-nél kisebb átmérőjű becsapódási nyomokat krátereknek, az ennél nagyobbakat medencéknek nevezik). A láva a becsapódások ereje által összetört kéreg repedésein keresztül nyomult a felszínre, de nem hirtelen, hanem több százmillió év alatt. Az aszimmetria okának tisztázásához egy lépéssel közelebb visz az a körülmény, hogy bár a medencék nagyjából egyenletesen oszlanak el a Hold felszínén (azaz a túlsó oldalon éppoly gyakoriak, mint az innersőn), a láva azonban néhány kivételtől eltekintve csak az innerső oldal medencéit öntötte el.

A következő lépést a Hold kérgének vizsgálata jelentette. A kéreg a földi anortozitához hasonló, alumíniumban és kalciumban gazdag kőzetekből áll, legjellemzőbb összetevője a plagioklász nevű, kis sűrűségű ásvány. Ebből a kutatók arra következtettek, hogy az ősi Hold anyaga teljes egészében olvadt állapotban lehetett, a magmaóceán tetején úsztak a könnyebb ásványok. Ezekből alakult ki az

anortozitos kéreg, míg a vasban gazdag ásványok, például az olivin lesüllyedve a köpenyt alkották. Ez a köpeny később a radioaktív bomlás hője hatására részlegesen megolvadt, ez az olvadék tudott a kőzet réssein keresztül a becsapódásos medencékbe szivárogni.

Az Apollo-program szeizmométeres méréseiből kiderült, hogy a leszállóhelyeken a kéreg 35–40 km vastag, ami megfelel a földi kontinentális kéreg vastagságának. A Hold körül keringő szondák gravimetriai adataiból ezzel szemben az derült ki, hogy a Hold túlsó oldalán a kéreg sokkal vastagabb, a jelenség okára azonban nem sikerült rájönni. (A mérések azt is kimutatták, hogy a Hold tömegközéppontja mintegy 2 km-rel közelebb van a Földhöz, mint az égitest geometriai középpontja – ez az eltolódás szinkronizálhatta kötötté a Hold tengelyforgását.) A kéreg vastagságának aszimmetriája magyarázatot adhat a *maria* nagyobb gyakoriságára az innerső oldalon, mert a vékonyabb kérgen keresztül az olvadt bazalt könnyebben elérhette a felszínt. Az Apollo-program kőzetvizsgálatai azonban azt mutatták, hogy a valóság bonyolultabb ennél az egyszerű modellnél.

A folyamatban fontos szerepe van a radioaktív elemek bomlási hőjének, ami az égitestek belsejében termelődik és részlegesen megolvasztja az ott lévő anyagot. Az így keletkező magma azután a kéregben lassan kihűlve megszilárdulhat (plutonizmus, mélységi magmatizmus) vagy hirtelen a felszínre törhet (vulkanizmus). A legfontosabb radioaktív hőtermelő anyagok az urán és a tórium, ezek a Holdon leggyakrabban a káliumban, ritka földfémekben és foszforban gazdag, ezek angol nevének rövidítése alapján KREEP-nek nevezett anyagban fordulnak elő. A Hold körül keringő Lunar Prospector űrszonda 1998-ban feltérképezte a ritka földfémek eloszlását a Hold felszínén. Megállapították, hogy azok gyakorisága a Hold innerső oldalán a *maria* területeken a legnagyobb, a túloldalon viszont csak a Déli-pólus–Aitken-medence térségében számottevő. Eszerint a radioaktivitás ezen a területeken termelte a legtöbb hőt, megkönnyítve a láva felszínre ömlését. A KREEP elemek, illetve az urán és a tórium ezzel együtt járó nagyobb koncentrációja tehát magyarázatot adhat a Hold felszíni formáinak aszimmetriájára.

A valóság persze még ennél is bonyolultabb. Egyrészt, a KREEP elemek eloszlása nem mutat tökéletes korrelációt a nagy, bazalttal elöntött medencék helyével. Másrészt, a Hold körül keringő űrszonda kémiaiösszetétel-mérései a felszín néhány méter vastag, legfelső rétegére vonatkoznak. Ebből sejthető ugyan, mi történhetett több száz km mélyen a felszín alatt, de egyértelmű következtetéseket me-

részség lenne levonni. Nem is beszélve arról, hogy ez esetben a radioaktív elemek egyenetlen eloszlására kellene valamilyen magyarázatot találni.

Egy nagyon új ötlet szerint a Holdat létrehozó becsapódás megolvastotta a Föld felszínének Hold felé néző oldalát, így az hőt sugárzott a születőfélben lévő Hold felé. Következésképpen a Hold túlsó oldala gyorsabban hűlt le az innensőnél, ami magyarázhatja a kémiai összetétel, illetve az elemeloszlás, elemgyakoriság aszimmetriáit. A hipotézist azonban a kémiai összetétel térképei nem kifejezetten támasztják alá, azok ugyanis arra utalnak, hogy a regionális különbségek nem ősi eredetűek, hanem a becsapódások és más geológiai események a Hold sok milliárd éves története alatt fokozatosan alakították ki. Mások más elképzeléseket is felvetettek, de sajnos azok sem nélkülözik a valószínűtlen körülményeket, így nem tekinthetők kielégítő magyarázatnak. Az aszimmetria kétségtelenül létezik, valódi okát azonban mindeddig nem sikerült megnyugtatóan felderíteni.



(2016. március 30.)

ÚJ-KALÉDÓNIA „ÓRIÁSCSIRKÉJE”

Új-Kaledónia szigete egykor számos furcsa madárnak adott otthont, melyek közül az egyik méretben jóval felülmúlta az összes többiét. Ez a meglehetősen szokatlan faj az úgynevezett új-kaledóniai óriáscsirkés, a *Sylviornis neocaledoniae* volt. A meglehetősen általános elnevezés arra utalt, hogy paleontológusok szerint a madár az ásótyúkfélékhez (Megapodiidae) tartozhatott, vagyis távoli rokona volt a csirkéknek és fácánoknak, melyek ma is világszerte elterjedt, jól ismert csoportot alkotnak. A tyúkalakúak családjába (Galliformes) tartozó *Sylviornis* egyedülálló a madarak között. Szubfosszilis (pár ezer éves) maradványait Francois Poplin írta le 1980-ban, és egy ideig komoly nehézségekbe ütközött a rendszertani besorolása. Végül a struccokkal és az emukkal hozták rokonságba, és ezt a besorolást elfogadták egészen mostanáig.

Egy új tanulmányban azonban Trevor H. Worthy és kollégái más következtetéseket jutottak. A madár mintegy 600 maradványának tanulmányozása után (melyek némelyike több mint 5000 éves volt) sikerült megállapítaniuk, milyen madár volt a *Sylviornis*. Kiderült, hogy nem igazi ásó-

tyúkféle, hanem egy primitív, alapi helyzetű Galliformis volt, vagyis a kiterjedt madárcsalád törzsfájának a bázisához helyezhető.

A korábbi besorolást az ásótyúkfélékhez az indokolta, hogy számos olyan dombot találtak, melyekről azt feltételezték, hogy az óriásmadarak készítették. A költődombok kialakítása pedig a Megapodiidae család egyik védjegye, így észszerű volt azt gondolni, hogy a *Sylviornis* is hozzájuk tartozott. A családon belüli új pozíció azonban valószínűtlenné teszi a dombépítést. Ehelyett ez a madár feltehetően inkább ásott és a földet kaparta, hogy gyökereket, magokat és gumókat keressen, amelyek a táplálékának egy részét alkották az alacsony növéssű bokrok levelei mellett. A most publikált cikkben kimutatták, hogy lábának anatómiája az ásáshoz és kapirgáláshoz alkalmazkodott. A *Sylviornis* mégsem volt igazi „óriáscsírke”, de a Galliformesek közé tartozott.

A *Sylviornis* tipikus példa arra, hogyan változhatnak meg a szigeteken élő madárfajok. Nemcsak sokkal nagyobb bármelyik rokonánál, hanem egyúttal röpképtelen is volt. A talajon élő növényevő, hatalmas csőrrel, viszonylag hosszú nyakkal és rövid, de erős lábakkal. A csőre fölött lévő kis tarajnak valószínűleg a fajon belül volt jelentősége a párvalasztás során. A szigeteken élő madarak evolúciója gyakran hozott létre röpképtelen óriásokat, a mauritiusi dodótól kezdve, az új-zélandi moán keresztül a madagaszkári elefántmadárig. A *Sylviornis* 1,75 méter hosszú volt, és körülbelül 30 kilogrammot nyomhatott, így ez tekinthető a legmasszívabb ismert szárnyasvadnak.

Korábban érdekes bizonyítékokat találtak a madarak és sok más új-kaledóniai őshonos állatfaj kihalásáról is. Pár évvel ezelőtt ugyanennek a kutatócsoportnak néhány tagja publikált egy cikket a fajok kihalásáról. A Journal of Pacific Archaeology című lapban az új-kaledóniai Pindai barlangrendszer anyagát ismertették. A Pindai a sziget egyik leggazdagabb ősmaradvány-lelőhelye, ahol körülbelül 45 különböző madár csontjait fedezték fel. Köztük volt a még ma is élő kagu, valamint különböző szalonka, kuvikfecské és természetesen *Sylviornis* fajok. Azonban nem csak madarak fordultak elő a barlang rétegsorában. Találtak itt egereket, patkányokat, denevéreket, varánuszokat, sőt még a sziget csúcsragadozójának számító szárazföldi krokodilokat (*Mekosuchus*) is. Az ősmaradványok radiokarbon kormeghatározása alapján az „óriáscsirkék” legfitalabb maradványai körülbelül 3000 évesek voltak.

A kutatók kimutatták, hogy a Pindai-barlang rétegei faszénmaradványokat is tartalmaztak, annak bizonyítékául, hogy

ekkorra az emberek már meghódították a szigetet. Ez azt bizonyítja, hogy az őshonos fauna egy ideig még együtt élt a szigetre érkező emberekkel, akik valószínűleg gyűjtögetők és vadászok voltak. Azt azonban nem tudták egyértelműen kimutatni, hogy vajon teljes egészében az emberek voltak-e a felelősek a *Sylviornis* kihalásáért. Mindenesetre a madár egy ideig átvészelte az együttélést a végleges eltűnése előtt, akár az emberek okozták a kihalást, akár csak az utolsó szöveget ütték a koporsójába.

A nagyméretű kihalt új-kaledóniai madarak többsége az ásótyúkfélékhez tartozott. Több Megapodiidae faj még ma is él, főleg Ausztráliában. Ilyen például a talegallatyúk és a homoki ásótyúk. Ezek arról ismertek, hogy hatalmas költődombokat építenek, és a kicsinyeik kikelés után egyből aktívan futkároznak. A tyúkalakúakhoz tartoznak, ami magába foglalja többek között a fácánokat és a foglyokat. Ezek egyike sem túl jó repülő, ehelyett inkább a talajon töltik idejük nagy részét, élelem után kapirgálva. Néha jelentős szexuális dimorfizmus észlelhető náluk, amit jól mutat például a páva és számos fácán faj gyönyörű tollazata.



(2016. március 22.)

MINIGENOM A LABORBÓL

Kutatók Craig Venter vezetésével olyan apró genommal hoztak létre élőlényt, amely csupán a legszükségesebb képességekkel rendelkezik. Ezek pedig a növekedés és a szaporodás. A kutatás végén megállapították, hogy minden sokkal bonyolultabbnak bizonyult, mint eredetileg gondolták: a kísérletek során ugyanis sokszor érezték úgy, hogy kudarcot vallanak. Craig Venter biokémikus világítótorony a szakterületén. Ő volt az első, aki a teljes emberi genomot szekvenálta, valamint az első, aki mesterséges genomot állított elő, amit sejtbe ültetett és ezzel életképes baktériumot hozott létre.

Most Venter kollégáival egy újabb mesterséges genetikai anyagú élőlényt hozott létre. Célja ezúttal az volt, hogy az új szervezetnek csak a túléléshez szükséges legszükségesebb képességei legyenek, valamint kizárólag olyan gének vezéreljék, amelyek funkciója ismert.

Az eredmény egy élet- és szaporodásképes baktérium, amely az eddig ismert, önálló szaporodásra képes szervezetek közül

a legkisebb genommal rendelkezik. Csúpan 473 gén szabályozza az így létrehozott szervezetet, amelyet Syn 3.0.-ra kereszteltek. A kutatók szerint a mesterséges baktérium képes táplálékból energiát nyerni és szaporodni. Összehasonlításképpen: az a genom, amellyel Venter és munkatársai elkezdtek a kutatásaikat, még 901 génnel rendelkezett, vagyis majdnem kétszer annyival, mint a végtérmben. A bélbaktérium, az *Escherichia coli* 4500 gént tartalmaz, az emberi szervezet pedig 23 ezret.

Hogy mely feladatokat végez a 473 életfontosságú gén a mesterséges baktériumban, azt a kutatók még nem sikerült teljesen tisztázni. 149 génről, tehát mintegy egyharmadról még nem tudják, mire szolgálnak. Vagyis a jelenlegi ismeretek nem elegendőek, hogy elméletileg megtervezzenek és létrehozzanak egy élőlényt. Az eredeti terv pedig ez volt.

A kísérlet kiindulási pontja az első mesterséges genomú élőlény létrehozása volt, amit a Venter által vezetett kutatócsoport 2010-ben sikeresen vitt véghez. Abban a vizsgálat sorozatban a kutatók a *Mycoplasma mycoid* baktérium kromoszómáját mesterségesen hozták létre, amit aztán a baktérium egy rokon fájának sejtjeibe juttattak, melyből előzőleg eltávolították a saját örökítő anyagát. Ezzel olyan mesterséges szervezetet hozták létre, ami csak

olyan anyagokat termelt, melyek „tervrajzát” a bejuttatott DNS tartalmazta.

Az említett kísérlettel az egyes baktériumgénekről szerzett ismeretek alapján most két kutatócsoport mindegyike egy-egy genom-tervrajzot hoz létre, amelyen csúpan a legszükségesebb információk voltak tárolva. Minden sejt genomja általában bizonyos információkat duplán tartalmaz, vagy olyan anyagok tervezetét foglalja magában, amelyekkel a sejtnek a túléléshez nem feltétlenül kellene rendelkeznie.

A probléma azonban az, hogy egyik csapatnak sem sikerült a baktériumgének működéséről rendelkezésre álló információk alapján életképes élőlényt létrehozniuk. Amikor a kutatók a mesterséges genomokat a sejtekbe juttatták, azok elhaltak. Nyilvánvaló, hogy mindkét csoport kihagyta a sejtek túléléséhez elengedhetetlenül szükséges géneket a terவrajzból. Ezért a kutatók nagy erőfeszítéssel, lépésről lépésre megvizsgálták, hogy mi történt, amikor egy-egy gént eltávolítottak az eredeti terவrajzból. Ez azt jelentette, hogy ahogy eltávolították vagy kikapcsoltak egy gént, az így megváltozott genomot egy idegen sejtbe juttatták, és megvizsgálták, hogy túléli-e. Ha igen, akkor ez azt jelentette, hogy nem fontos génről volt szó. Ha azonban a sejt nem élte túl, akkor a gént újra be kellett építe-

ni. Így közeledtek a kutatók fokozatosan a minimális genomhoz.

A vizsgálatot nagyon alaposan végezték le, és a szorgos munka eredménye nem maradt el. Ami a kutatás gyakorlati hasznát illeti, abban a kutatók még a javítás szükségét látják, hiszen a kísérlet nem hozta meg azt a nagy eredményt, amire a szakértők számítottak.

Hosszú távon az ilyen kísérletek segíthetnek abban, hogy olyan szervezeteket hozzanak létre, amik gyorsan és olcsón termelnek hatóanyagokat a gyógyszeripar számára. Például már sok éve állítanak elő laboratóriumi körülmények között genetikailag megváltoztatott mikroorganizmusokkal antibiotikumot és inzulint.

Az új mesterséges baktériumok erre azonban még nem alkalmasak. Ennek egyik oka, hogy a minimálisra redukált genomnak köszönhetően nagyon érzékenyek, és csak erősen védett környezetben képesek a túlélésre. A másik ok, hogy viszonylag hosszú időre van szükségük az osztódáshoz. Továbbá a kísérlet eredményei sajnos más mikrobákra nem alkalmazhatók.

A mini baktérium tehát további kutatások izgalmas kiindulópontja lehet. Venter szerint az is elképzelhető, hogy ennél még kisebb genomot lehet létrehozni. Jelenleg azonban a Syn 3.0. egyértelműen a könyvűsúlyú bajnok.

KÖNYVSZEMLE

Bartha Dénes, Király Gergely, Schmidt Dávid, Tiborcz Viktor, Barina Zoltán, Csiky János, Jakab Gusztáv, Lesku Balázs, Schmotzer András, Vidéki Róbert, Vojtkó András és Zólyomi Szilárd (2015): Magyarország edényes növényfajainak elterjedési atlasza – Distribution atlas of vascular plants of Hungary (Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó – University of West Hungary Press, Sopron)

Sokak által régóta várt munka jelent meg a közelmúltban: a hazánkban előforduló edényes növényfajok elterjedési térképeit bemutató flóratlasz. Az atlasz hátterét évtizedes munka képezi. Az egész ország területére kiterjedő, hálórendszer szerinti flóratérképezés ötlete 1999-ben született, 2002-től a munka hivatalosan is elindult *Magyarországi Flóratérképezési Program* néven. A programban összesen 171 felmérő vett részt, munkájukat 8 régiófelelős koordinálta, mindezt a Nyugat-magyarországi Egyetem vezette alatt.

A felmérések a földrajzi fókuszhoz igazodó közép-európai flóratérképezés há-

lórendszere szerint történtek 6,25×5,55 km-es négyzetekben, melyekből 2474 a teljes területével, míg 358 részben esik hazánk területére.

A 15 éves időszak eredményeit, valamint a megelőző években származó adatokat tartalmazza a most megjelent atlasz. Megtalálható benne minden olyan edényes növényfaj elterjedési térképe, amely jelenleg vadon előfordul hazánk területén.

A bevezetőben a magyarországi flóratérképezés rövid története, annak módszertani háttere, az adatok forrása és ellenőrzése, valamint a kötetben használt rövidítések, szimbólumok magyarázata található meg. Mindegyik fejezet magyar és angol nyelven is olvasható.

A harasztokat a nyitvatermők, majd a kétszikűek és egyszikűek térképei követik, oldalanként 8 fajt. A fajok minden csoporton belül a családok, majd a nemzetségek latin neveinek betűrendjében követik egymást. A térképek alatt megtalálható minden növényfaj magyar neve is, a keresés azonban a latin nemzetségnevek betűrendes névmutatója alapján lehetséges, mely a kötet végén található. A ke-

resést segítő az oldalak fejlécén az ott található fajok családja olvasható.

Természetesen egyetlen, a hazai növényvilágot bármely formában tárgyaló mű sem lehet teljes, végleges. Ismereteink folyamatosan bővülnek, fajok tűnnek el és jelennek meg. Ezért a kötet szerkesztőinek szándéka szerint a most megjelent atlasz nem csak lezár egy korszakot a hazai flóra kutatásában, hanem új lendületet ad a flóra megismerésének, elősegítve a kiegészítések, pontosítások, javítások gyors és hatékony közzétételét és az atlasz alapjául szolgáló adatbázisba történő integrálását, ezért a szerkesztők örömmel fogadnak minden új adatot, kiegészítést a atlas.florae.hungariae@emk.nyme.hu címre.

A kötet megvásárolható a Nyugat-magyarországi Egyetem Növénytani és Természetvédelmi Intézetében (9400 Sopron, Bajcsy-Zsilinszky u. 4. B. épület földszint, 06 99/518-224) és a Magyar Természettudományi Múzeum Növénytárában (Budapest, Könyves Kálmán körút 40., 06 1/210-1330, 102-es mellék). Postai utánvétellel az atlas.florae.hungariae@emk.nyme.hu címen rendelhető meg.

XXV. TERMÉSZET–TUDOMÁNY DIÁKPÁLYÁZAT



Megjelenik a Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatala támogatásával

Fényszennyező energiáink

FILIPSZKI LÁSZLÓ

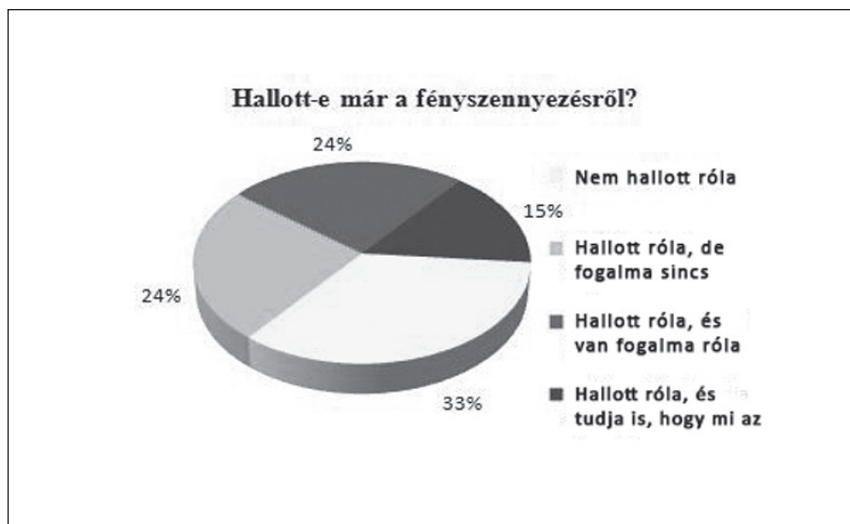
Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium

Fény. Ez az elektromágneses hullám elengedhetetlen az élőlények számára, mivel majdnem mindegyiküknek közvetlenül, vagy közvetetten szüksége van rá, hiszen az általunk jól ismert élőlények számára az egyedüli jelentős energiaforrás, amelyet a Nap biztosít. Az autotróf életformák a fényigényes fotoszintézis által nemcsak szerves anyagaikat teremtik meg, melyből a heterotróf élőlények saját testüket felépíthetik, hanem a legtöbb organizmus számára elengedhetetlen oxigént is előállítják. Ezen túl befolyásolja a társulások szintetizettségének és mintázatának kialakulását, a növények csírázását és virágképzését; a fényérzékeny sejteket tartalmazó állatoknak pedig az aktivitását, különböző életfolyamataikat, melyet az éjszakák-nappalok, illetve az évszakok változása idéz elő.

Van-e hát értelme fényszennyezésről beszélni, és ha igen, olyan mértékben-e, mint a talaj-, a víz-, vagy éppen a levegőszennyezésről? Véleményem szerint igen, és ennek próbáltam utánajárni.

A médiából a fényszennyezésről a legritkább esetben hallunk. Ezért először azt akartam kideríteni, hogy az emberek mennyire jártasak a témában: 100 alanyt kérdeztem meg. A diagram jól szemlélteti az emberek válaszainak megoszlását¹. Elmondható, hogy a megkérdezettek közel 60%-a nem tudta, hogy mi is az a fényszennyezés. Ennek az is oka, hogy még hivatalosan nem nyilvánították környezet-szennyezésnek, hiába ismerjük a negatív hatásait. Ezért úgy gondolom, hogy rendkívül fontos foglalkozni a témával, hiszen

¹ Kaptunk egészen elképesztő válaszokat azoktól, akik magukról úgy gondolták, hogy tudják mi a fényszennyezés; egy kis izelítő ezekből: „A fényszennyezés oka kizárólag az USA.”, „A fényszennyezés okozója az időjárás.”, „Azért van, mert a Föld ellenálló képessége megszűnt”.



A felmérés eredménye

elengedhetetlen, hogy az emberek ismerjék a fényszennyezést, különben nem is tudják csökkenteni azt.

Milyen természetes fényforrásokat ismerünk? Számuk igen kevés. Nappal kizárólag a Nap fényét sorolhatjuk ide, éjszaka pedig a Holdat (ami valójában a Nap fényét veri vissza), és a csillagokat. Ide tartozik még a különféle fluoreszkáló, foszforeszkáló és lumineszkáló testek által kibocsátott fény, illetve az esetenként felbukkanó villám, a kiömlő magma, a sarki fény, vagy az erdőtüz.

De mi is pontosan a fényszennyezés? „Az a mesterséges fény, ami nem kizárólag a megvilágítandó felületre, irányba és nem a megfelelő időszakban² jut,

ezzel káprázást, birtokháborítást, az égbolt mesterséges fénylését, vagy bármi más nem kívánatos környezeti hatást okoz.”³ Ezt a legkönnyebben úgy érthetjük meg, ha két különböző pontról felnézünk az égre, távcsővel vagy anélkül, és összeszámoljuk a csillagokat. Ha ezt meg tesszük a Polaris Csillagvizsgálóból és a Zselici Csillagparkból, megdöbbentő eredményre juthatunk. Kolláth Zoltántól, a Magyar Csillagászati Egyesület elnökétől, és Mizser Attilától, a Polaris munkatársától azt az adatot kaptam, hogy amíg a Zselicből a jó szemű megfigyelő 2–3 ezer csillagot láthat derült, holdmentes estéken (erős hidegfront után, ha tiszta a légkör, akkor négyezret), addig Budapesten majdhogynem két nagyságrenddel kevesebbet. Megfigyelhetjük úgy is a fényszennyezést, ha eltávolodunk

² A fényszennyezés leginkább a nappalok és éjszakák változásában a sötét periódusra jellemző, és ekkor is észlelhető, ezért most mi is ezzel fogunk foglalkozni.

³ fenyszennyez.es.hu/fenysz.html – IDA Magyarország



Csillagok a Polaris Csillagvizsgálóról nézve

egyik nagyvárosunk közeléből sík terepen, majd visszanezünk felé. Nagyon feltűnő a város helye körül látszó sárgás-vöröses színű fénykorong.

Melyek azok a mesterséges világító testek, amik a fényszennyezést okozzák? Érdekes, hogy magánszemélyek csak alig járulnak hozzá, hiszen ritka, illetve elhanyagolható mértékű az a fény, amelyet valaki a környezetébe bocsát ki éjszaka. Sokkal inkább meghatározó a magán- és közcégek, illetve az egyes államok szerepe.

Egyik módja a fényszennyezésnek a sportvilágítás, amely alatt leginkább sötétben, stadionban játszódó sporteseményeket értjük. A világításnak egyenletesnek és elég erősnek kell lennie, ezért erős fényű, nagy teljesítményű, távolra kihegyezett, fémhalogén lámpát használnak, így halmozottan lép fel ez a szerencsére csak alkalmanként használt fényszennyező forrás. Hasonló világítások vannak például fesztiválokon, koncerteken. Ekkor összevissza szórják a rendkívül változatos spektrumú fényt.

Közvilágítás alatt az összes közút világítását, az autóparkolók, a középületek előtt, a közlekedési eszközök megállóiban és egyéb helyeken a közlekedés, köz- és vagyonbiztonság érdekében kihelyezett rendszeres, meghatározott időtartamú, összefüggő világítását értjük. Sajnos manapság ezek a világítótestek nem oda, vagy nem csak oda szórják fényüket, ahova kel-

lene⁴, mert rossz a kivitelezésük, illetve gyakran felesleges időintervallumokban is égnek.

A parkvilágításnál, ahol fontos a jó színviszáladás, kompakt fénycsöveket, vagy fémhalogén lámpákat használnak, amelyek gyakran mindenfelé szórják a fényt. Közvetlenül ez zavarja a legjobban az élővilágot: a park állatait és növényeit.

A díszvilágítással az éjszakai városképet teszik esztétikusabbá. Fényárvilágítás esetén az épületek monumentalitását akarják hangsúlyozni, ezért nagy teljesítményű, széles látószögű világító testeket alkalmaznak távolról. Jelentős a fényszennyező szerepük, mert már a csillagászkodnak is nehe-

zen kiszűrhető fémhalogén lámpákat használnak, és a horizont fölé küldik fényüket, ahogy a fűzervilágítás esetében is.

A magán- és reklámcégek is gyakran „élnak a fényszennyezés lehetőségével”. Nagyon sokszor irodaházakban, közérteketben, plázákban, éttermekben és egyéb helyeken éjszaka felkapcsolva hagyják a világítást. A reklámvilágítás a fogyasztói



Közvilágítás

társadalom szörnyetege: még éjszaka is egy-egy termékre hívja fel a figyelmet. Használnak színes neoncsöveket, melyek szintén mindenfelé szórják a különféle

4 A lámpatestek gyakran nincsenek felszerelve sugarakat koncentrálnó tükrökkel, illetve a burájuk alakjából adódóan szétszórják a fényt vízszintes irányban is, ezáltal akár 5000 méterről is láthatóak lesznek.

spektrumú fényt, és nagy teljesítményű lámpákkal sokszor alulról megvilágított óriásplakátokat.

Még bizonyosan sokféle fényszennyezési formát lehetne felsorolni (például az úrállomásokét, amelyek még ökológiai szempontból nem, de csillagászatiból már jelentősek).

Milyen káros hatásai vannak a fényszennyezésnek, hogy ennyit foglalkozunk vele? Az élővilág szerves anyagának megtermeléséhez elengedhetetlen a fény, hiszen a fotoszintézis fényszakaszában a fotolízis során a fény segítségével bontódik a víz elektronokra, hidrogénionra és oxigénmolekulára. És minél több fényt



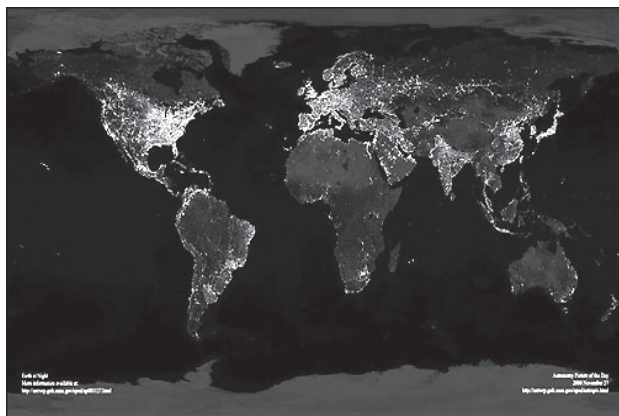
Éjszakai rovarok a lámpa körül

kap a növény, annál intenzívebb a szerves anyag és az oxigén termelése⁵; ám a fény minősége sem elhanyagolható⁶, ezért nem vonhatjuk le azt a következtetést, hogy a növényeknek jól tesz a fényszennyezés. Ezenkívül hat a növények virágképzésére (fotoperiodikus indukció), eszerint léteznek hosszú nappalos és rövid nappalos növények. Ha egy rövid nappalos növény napi ritmusában 12 óránál hosszabb időtartamú fényt kap, vagy megszakítja bármilyen fény a megvilágítatlan szakaszát, akkor előfordulhat, hogy nem képez virágot, és nem tud szaporodni. A túl sok fény némely növény esetében a csírázást is lehetetlen-né teheti. Az éjszaka megvilágított vízpartok mentén pedig feldúsulhatnak különböző mikroorganizmusok (például: zöld szemesostoros) a pozitív fototaxis miatt.

Az állatoknál és az embernél okoz talán több gondot a fényszennyezés, hiszen felborítja az évmilliók alatt kifejlődött belső biológiai órájukat. A hosszabb nappalok és a hőmérséklet növekedése többféle, főként a szaporodással és az egyedfejlődéssel kapcsolatos folyamatokat mo-

5 Ez egy telítési görbe, tehát nem fokozható a végtelenségig, illetve más tényezők is befolyásolják, például a CO₂ mennyisége.

6 Például a klorofilok a vörös és a kék tartományú fényt tudják felhasználni.



Éjszakai fények bolygónkon a NASA felvételén

bilizál: például a teljes átalakulással fejlődő rovarok bebábozódását, a szarvasfélék családjába tartozó állatok agancsképzését, vagy a madarak és hullők tojásrakását. Az állatok aktivitását is befolyásolja a fény. Feloszthatjuk az élőlényeket napal aktív (diurnális), szürkületkor aktív (krepuszkuláris), éjjel aktív (nokturnális), illetve sötétben élő (barlangi, földalatti, vagy mélytengeri) és változóan aktív (katemerális) állatokra. Természetesen az utóbbi két csoportra a fényszennyezés nem hat, a krepuszkuláris állatoknak pedig csak hosszabbá válik az aktív időszakuk.

A nokturnális állatok esetében már sokkal nagyobb károkról beszélhetünk. A költöző madarak gyakran éjszaka utaznak, s ekkor a Holdat és a csillagokat használják tájékozódási pontokként. Így a megjelenő világító műholdak eltéríthetik őket a helyes irányból, az égbolt háttérfényességének a növekedése pedig eltakarhat bizonyos tájékozódási pontként használt csillagokat. Más állatok is eltévedhetnek, például kételtűek és hullők: a tojásból kibújt tengeri teknőcök éjjel indulnak a tenger felé a biztonságos sötétségben, a vízfelület tükröződése felé. Ám a part menti lámpák miatt gyakran az ellenkező irányba mennek. Sokszor lerövidül egy-egy éjszakai állat táplálkozási ideje, mert nincs elég sötét, máskor pedig egy-egy megvilágított autót elszakítja egymástól a nagyon kis fényre érzékeny egyedeket, mert megvakítja őket. Minden éjjel tapasztaljuk, hogy különféle rovarfajok keringenek az égő lámpáknál. Ennek oka az, hogy a Hold alapján tájékozódnak (fototaxis), mely számukra a végtelenben van. Ám nem tudják elkülöníteni a fényeinket az égi kísérőnk fényétől, ezért azt „nevezik ki holdnak”, s mivel ez nincs a végtelenben, spirál alakban közelítik meg. Emiatt gyakran elszakadhatnak a hímek és a nőstények egymástól, nem tudnak szaporodni, mert a hímek „megakadnak” egy lámpánál, és nem érik el a nőstény tartózkodási helyét. Vannak olyan állatok is, főleg vízi rovarok (kérészek, szitakötők), amelyek a polari-

zált fényhez vonzódnak (polarotaxis), az ő esetükben még fokozottabban érvényesül a fényszennyezés, hiszen elegendő egy visszatükröződő felület, és máris elveszítetik tájékozódásukat.

A diurnális állatokra is hatással van a fényszennyezés; nem képesek kipihenni magukat. A fény okozta fáradtság az emberekre is jellemző. Az agyban található a tobozmirigy, ami a fá-

radtságot és elálmósodást lehetővé tevő melatonin hormont (N-acetil-5-metoxitriptamin) termeli. E hormon termelését mindenekelőtt a fény befolyásolja: ha kevesebb fény jut a szembe, ezt a retinán található ganglionsejtek továbbítják a szuprakiazmatikus mag(vak)nak (SCN), az agy belső órájának, ezáltal veszít a hatékonyságából, ez pedig beindítja a tobozmirigy hormontermelését. Ha pedig túl sok

Az égbolt háttérfényességének növekedése megnehezíti a kozmológusok munkáját, hiszen a távcsövekkel sem tudnak könnyen átlátni az égboltra sugárzott fényen. Olaszországban alakult egy intézet, amely az éjszakai égbolt állapotával foglalkozik. A háttérfényességet bonyolult mértékegységgel méri⁷, és megállapították, hogy Magyarország teljes lakossága olyan helyen él, ahol fényszennyezésről beszélhetünk, mert meghaladja a felállított küszöbértéket. Más kutatásukban azt vizsgálták, hogy milyen erős fényű csillagok láthatóak Európából, ha egy adott ponton felnézünk az égboltra. Ebből az derült ki, hogy Európában szinte nincs is már olyan hely, ahonnan láthatnánk eredeti, természetes állapotában az égboltot.

„... a fényt a megvilágítandó tárgy felé kell irányítani...”⁸ Egyik lehetséges módja a fényszennyezés csökkentésének, bár lehet, hogy kicsit mosolygunk rajta. De már írtuk, hogy a legtöbb fényszennyező egység bizony szerteszórja a fényt, ahelyett, hogy a megvilágítandó pontba fókuszálna. Ehhez hasonló fényszennyezést csökkentő dolgokat már törvénybe is iktattak Csehországban: „A hirdetőtáblák csak fe-



Fények a felhőkön a belváros felett

a fény, a melatonintermelés nem indul be, tehát az ember nem, vagy kevésbé lesz fáradt. Ettől függetlenül még megmarad az alvási igénye, csak nem fog tudni aludni. Ez pedig fáradékonysághoz, állandó fáradtsághoz, később stresszhez, az ellenálló képesség csökkenéséhez és depresszióhoz vezethet. Ezenkívül a hormon hiányában nagyobb az emlő-, bél- és májrák kialakulásának esélye, csökken az immunglobulinok száma, és nagyobb a DNS károsodásának az esélye, nők esetében az ösztrogén szintjét is befolyásolja.

7 A természetes háttérfényességet a nagyon távoli csillagok, az állatöv és galaxis összesomosódó fényéből számolják. Átlagos értéke 86 millió foton másodpercenként egy szteradian térszögből és 1 négyzetcentiméternyi felületen mérve. A világítástechnikában használatos egységben ez a fényűrűség körülbelül 0,252 mcd/m². Onnantól számít valami fényszennyezett helynek, ha a mesterséges háttér eléri a természetes 10%-át. (Dr. Kolláth Zoltán: Világítástechnikai Évkönyv 2002-2003, 114. o.)
8 IAU Information Bulletin 83. száma, Elektrotechnika (folyóirat) 2001. május, 183. oldal

lülről világíthatóak meg.” vagy „A szobrokat mindenekelőtt meg kell próbálni felülről megvilágítani.”, vagy „Tilos bármilyen típusú fölfelé irányuló nyaláb használata.” Hazánkban is történt már előrelépés e téren, például a MÁV a 2000-es évek elején korszerűsítette világítástechnikáját: 16 000 új lapos burát alkalmazott, amelyek a lámpa síkja fölé egyáltalán nem sugároznak, csökkentve az energiahasználatot is. Másik lehetséges mód a csökkentésre, ha sokkal jobban szabályozzuk a különböző reklám, és szórakozás céljára alkalmazott fényeket, illetve felülről világítjuk meg műemlékeinket. A fény irányán kívül változtatni kellene a fény minőségén is. A mostanság elterjedt LED-eknek jó a fényhasznosítása, de 125,6–188,4 lumen a fényáramuk másodpercenként, ami 20–30-szorosa egy gyertyáénak. Így hiába olcsóbb a világítás, ha rossz irányba, rosszkor, sokkal több fényt engedünk. Ezért ebből a szempontból valamivel jobbak voltak a hagyományos izzólámpák és a nátrium- és higanygőzlámpák. Ráadásul a legtöbb LED fénye a kékes és ultrabolya tartományba esik, 450–500 nm-es hullámhosszal, ami leginkább gátolja a melatonintermelést, és amelyre a rovarok a legérzékenyebbek.

Végül pedig adódik a kérdés: Mégis mennyi energiát áldozunk arra, hogy felboruljon a biológiai óránk, és ne lássuk a csillagos eget? Hogy feleslegesen égés-



Éjszakai égbolt a Polarisról

évi 15 millió tonna szén-dioxid kibocsátásával jár.

Nagyon sok különböző üzlet dolgozóját megkérdeztem arról, hogy mennyit költenek az éjszakai világításra és milyen célból, például gyógyszerterát, OFOTÉRT-et, utcasarki kisboltot, nagy üzletláncot, de sajnos egyik sem tudott az első kérdésünkre pontos

szer-, vagy élelmiszerhűtőket, a biztonsági rendszer működéséhez szükséges energiát stb. Volt olyan hely, ahol csak a kirakatot világítják éjszaka reklámozás céljából, máshol pedig a biztonság miatt van (elméletben, ha éjszaka az utcán lévő emberek mozgolódást látnak bent, akkor felhívják a rendőrséget), illetve olyan üzlet is volt, ahol gyakran csak hanyagságból maradnak égve a lámpák.

Hat különböző külterületi reklámcéggel is megpróbáltam felvenni a kapcsolatot, ezek közül kettőtől (A és B)⁹ kaptam választ a kérdéseinkre. A B cég plakátjainak csak egy része megvilágított, ez körülbelül 50 db-ot jelent, a másik cég pedig erre a kérdésünkre nem adott választ. A tendencia, amelyet említettem, megfigyelhető az A cégnél: régebben 70 W-os fémhalogén lámpákat, manapság pedig 20 W-os LED-eket alkalmaznak; egy 12 m²-es táblánál pontosan két darabot. B cég az óriásplakátjait és molinó felületeit 2–4 darab 120 W-os lámpával világítja meg, míg az épületháló helyszíneket 250 W-os égőkkel. Mindkét cég átlagosan 6 órán át világítja meg naponta a felületeit. Így A cég egy plakát megvilágításához naponta 0,240 kWh vagy 0,840 kWh energiát, míg B cég 1,44–2,88 kWh vagy 3,0–6,0 kWh energiát fogyaszt.

A Budapesti Dísz- és Közvilágítás Kft.-től (BDK) is kaptam adatokat, amelyek a táblázatban vannak. Diszkivilágítást a BDK-tól azok az épületek kapnak, amelyek a 67/2012 (IX.28.) Főv. Kgy. rendeletben fel vannak sorolva. Diszkivilágítási üzemmódban égnek ezek a fénycsövek, halogén izzólámpák, nagy nyomású nátriumlámpák, fémhalogén-lámpák, LED-ek: nyáron éjjel 1 óráig, télen éjjel. Körülbelül 20 000 diszkivilágítási világítótest található a fővárosban a BDK üzemeltetésében, amelyek a járdaszinten, az épületek homlokzatán vagy a tartószerkezeteken vannak elhelyezve. A 2000-es évek elejétől ugrásszerűen megnőtt a diszkivilágított objektumok száma, és megkezdődött a lámpák korszerűsítése.

A közvilágítási adatokból leolvasható, hogy 199 442 db lámpa vesz részt a közvilágításban (ezek összteljesítménye 19,827 MW), ám ebből le kell vonni 19 500 db fényforrást (0,734 MW-ot), ugyanis olyan helyen találhatóak, hogy nem, vagy csak csekély mértékben vesznek részt a fényszennyezésben (17 800 db az aluljárókban, 1450 db árkádokban és 200 db a budai Alagútban). Ez így 179 942 db ténylegesen fényszennyező testet takar, melyek összteljesítménye 19,093 MW. Az adatok alapján egyszerűen kiszámítható, hogy egy lámpatest átlagosan 100 W-os, illetve valamivel kevesebb, ugyanis ebben az értékben már benne van a lámpa előtétjének teljesítményfelvétele



Fényszennyezés

sük a lámpát olyan útszéli reklámok előtt, amiket általában még nappal is ritkán néznek meg az emberek, nemhogy éjjel?

Néhány adat: a közvilágítás 15%-át teszik ki a bolygó villamosenergia-felhasználásának. Európában körülbelül 60 millió utcai fényforrás található, amelyek üzemeltetése

választ adni. Néhol az alkalmazottak nem fértek hozzá ezekhez az adatokhoz, illetve mindenhol jelen volt egy olyan tényező, mellyel a kezdetekkor nem számoltam: a villanyóra éjszakánként nemcsak a világításra pazarolt áramfogyasztást méri, hanem más dolgok működését is, például gyógy-

9 A cégek kérésére nevüket nem közöljük.

is. A közvilágítási naptárból kiderül, hogy évente 3990 órát működnek átlagosan az utcai lámpák, ám Budapesten ehhez még kb. 150 órát hozzá kell adni a magas belvárosi épületek miatt; ez évi 4040 órát jelent (az év 46,11%-a). Ebből kiszámíthatjuk, hogy Budapest közvilágításának évi fogyasztása 77,136 GWh, napi fogyasztása pedig 211,33 MWh. Ez a fogyasztás az egész éjjeles üzemmódú lámpatestekre számítva¹⁰.

A budapesti közvilágítás leggyakoribb fénnyforrása a nagy nyomású nátriumlámpa, de még fénycsővek, fémhalogén-lámpák, LED-es fénnyforrások és higanylámpák is vannak a hálózaton. 2000-től az elavult higanyos világítóttestek cseréje korszerű nátriumos világítóttestekre 2004-re fejeződött be, ez 90 000 testet jelentett, amelyek a kialakításuknak köszönhetően (az új világítóttest burája kevésbé domború, jobb

az új dísz-, illetve közvilágítási hálózatkat, eszerint Budapesten ULOR 3%-nál nagyobb horizont fölé sugárzó közvilágítási lámpát tilos telepíteni. A jövőben felszerelendő LED-es fénnyforrású világítóttestek távfelügyeleti rendszeren keresztül történő fénnyáram szabályozása lehetővé teszi, hogy tovább csökkenjen a felső féltérbe kibocsátott mesterséges fénnyáram mennyisége. Ez egy 2014-es projekt része a közvilágítás energiafelhasználásának redukálása érdekében: olyan közvilágítási rendszer (E+grid) fejlesztésébe kezdett a GE Hungary Kft., az MTA, valamint a BME, amelynek keretében a lámpatesteket napelemek segítségével, napenergiával töltik fel, sőt olyan akkumulátorok vannak beszerelve, amelyek a lámpák működésénél több energia tárolására képesek. Így a megtermelt fölös energia vizsztatáplálható a villamosenergia-hálózatba



Fővárosunk éjszaka

az ernyőzöttsége, emiatt a felső féltérbe kevesebb fényt juttat) kisebb mértékben fényszennyezők, mint elődeik. 2011-től a lámpabeszeréseknél azokat a lámpatesteket preferálják, amelyeknek alacsonyabb az ULOR¹¹ értéke. 2013-ban és 2014-ben a túlvilágított területeken (pl. Kerepesi út, Budafoki út) történt teljesítménycsökkenő fénnyforrás- és előtétcsere során 400 W-ról 250 W-ra, ill. 250 W-ról 150 W-ra csökkent a fénnyforrások névleges teljesítménye az egyes lámpahelyeken. 2015-től a Budapesti Világítási Mestertervben foglaltak szerint kell megtervezni, létesíteni

és a közvilágítás üzemeltetői aktív szereplői lehetnek az energiapiacnak. Ráadásul a rendszernek intelligens vezérlőrendszere és szenzorai vannak: érzékelik az időjárást, a természetes fényt és a forgalom intenzitását, ez alapján világítanak. A rendszert tavaly nyáron kezdték tesztelni Csillebércen, és ez sikeresen zárult december 31-én, hamarosan tovább fejlesztik.

Összegzésképpen megállapíthatjuk, hogy a fényszennyezés még nem terjedt el annyira sem a köztudatban, sem a környezetvédők körében, mint más környezetszennyezési módok, ugyanakkor komoly rövid és hosszú távú következményekkel jár, mind ökológiai, mind egészségügyi szempontból.¹² Ugyanakkor ez a

környezetszennyezési mód – mostani tudásunk alapján – a legkevésbé csökkenthető, hiszen a mai kor emberének éjszaka is szüksége van a fényre, s ennek erejét nem csökkenthetjük a végtelenségig, így ezekben a percekben egyelőre kiküszöbölhetetlennek tűnik. De érdemes belegondolnunk, hogy mi a jobb: gyönyörködni éjszakánként a budapesti panorámban, vagy nyugodtan, rovaroktól mentesen álmra hajtani a fejünket a csillagos ég alatt.

A szerző az Önálló kutatások, elméleti összefoglalók kategória második díjasa.

Irodalom

- Dr. Berend Mihály–Dr. Szerényi Gábor: Biológia I. Növénytan (Műszaki Kiadó, Budapest, 2011)
- Dr. Berend Mihály–Dr. Szerényi Gábor: Biológia II. Állattan, ökológia (Műszaki Kiadó, Budapest, 2011)
- <http://www.konkoly.hu/elftcscso/fszlap/p1.pdf>
- <http://www.konkoly.hu/elftcscso/fszlap/p2.pdf>
- Természettudományi Kisenciklopédia (Gondolat Kiadó, Budapest, 1987)
- Vitus B. Dröschler: Mi-micsoda: Vándorutak az állatvilágban (Tessloff Babilon Kiadó, 2004)
- Vitus B. Dröschler: Mi-micsoda: Ahogy az állatok látnak, hallanak és éreznek (Tessloff Babilon Kiadó, Budapest, 2006)
- Erich Übelacker: Mi-micsoda: Az idő (Tessloff Babilon Kiadó, Budapest, 2005)
- Dr. Kolláth Zoltán–Gyarmathy István: Fényszennyezés és természet (Természetbúvár 70. évfolyam 2015/4. szám)
- Kolláth Zoltán: Fényszennyezés és világítástechnika (Elektrotechnika 2001. májusi száma)
- Dr. Kolláth Zoltán: Mi is az a fényszennyezés? (Világítástechnikai Évkönyv 2002–2003, Világítástechnika Társaság)
- Dr. Varró Mihály János: A fényszennyezés emberi egészségre gyakorolt hatásai (Országos Környezetegészségügyi Intézet)
- Dr. Varró Mihály János: Melatonin: In vivo és in vitro kísérletek (Országos Környezetegészségügyi Intézet)
- Varró Mihály–Udvardy Orsolya–Nagy Beáta: Éjszakai fénytérhelés és az egészség, Világítástechnikai Évkönyv 2012–2013, Világítástechnika Társaság)
- Sinkovics Csenge–Gál József–Bernáth Balázs–Kriska György–Horváth Gábor: Épületek poláros fényszennyezése és annak kiküszöbölése (Világítástechnikai évkönyv 2012–2013, Világítástechnika Társaság)
- [http://bdb.hu/cegbemutatas/kozvilagitasi-es-diszvilagitasi-adatok/\(frissitve\)](http://bdb.hu/cegbemutatas/kozvilagitasi-es-diszvilagitasi-adatok/(frissitve))
- <https://kozvilhib.hu/document/KozvilNaptar/tAKozvilagitasiNaptar.php>
- http://www.energiakozossegek.hu/sites/default/files/tippek_berendezesek_%C3%A1tl_fogy.pdf

¹⁰ Léteznek még egész napos üzemmódú és reggeltől estig üzemmódú lámpák is, de ezek százalékos aránya (3,3%) is és a fényszennyezésben játszott szerepük is elhanyagolható (aluljáró, alagút).

¹¹ ULOR (Upper Light Output Ratio): a horizont fölé eső sugarak aránya.

¹² Sok más adatot is találtunk (pl. Világítástechnikai évkönyvekben), ám ezek sajnos már nem fértek bele a dolgozatunkba.

A postagalamb versenyteljesítményét befolyásoló tényezők

VERÉB SÁNDOR ANDOR

Kiskunhalasi Bibó István Gimnázium

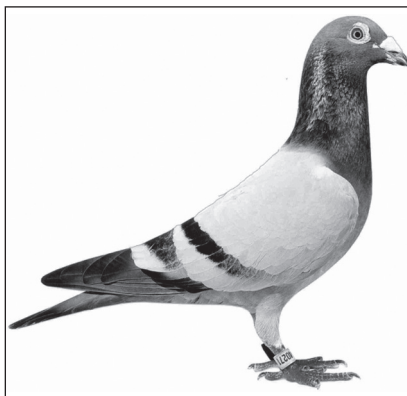
A postagalambsportban eredményeinket, sikereinket és kudarcainkat saját nevelésű galambjainkkal közösen érjük el. E sportág különleges kapcsolat ember és állat között. A galambállomány ellátása és állandó megfigyelése mellett genetikai, állategészségügyi, takarmányozási, etológiai, állathigiéniai és tartástechnológiai ismereteket is igényel. A tenyésztő előzetes felkészülése és a galambok gondos kiképzése után, a távolságot legyőző, örömmel érkező madár látványa kimondhatatlan élményt nyújt (1. ábra). Pályamunkám alapja az édesapámtól, nagypapámtól tanultak, és a szakirodalom felhasználásán túl saját galambjaimmal (2–3. ábra) végzett kutatásaim. Cikkemben ízelítőt adok e különleges sportról.

Történeti áttekintés

A galambtenyésztés a történelmi időkre nyúlik vissza. A postagalamb őse a szirti galamb (*Columba livia*), amit 4000–6000 évvel ezelőtt háziastítottak. Sok helyen szent állatként tisztelték. A háziastítás fő oka nem a hústermelés, hanem vallási kultusz lehetett. Amikor felismerték, hogy a galamb erősen vonzódik fészkéhez, s ha onnan elviszik, akkor akár nagyobb távolságokból is biztosan visszatalál, attól kezdve a galambtartás jelentősége megnőtt, és hírvőként felbecsülhetetlenné vált a galamb. A hírvívó galambokról az egyik legkorábbi forrásunk az időszámításunk előtti 1300-as évekből származik. II. Ramszesz fáraó (Kr. e. 1324–1258) sírkamrájában találtak olyan falfestményeket, amelyek hírvívó galambokat ábrázolnak. Az ókorban a galambok már nemcsak a szárazföldön továbbítottak üzeneteket, hanem a hajósok is magukkal vitték őket hosszabb utazásaikra, és partot érésük előtt velük üzenték meg közeli hazatérésüket. A postagalambok legfontosabb szerepet a katonai akciókban játszották, mert a hírközlés addig bevált eszközrendszerénél sokkal megbízhatóbbnak számítottak. Táplálékuk egyik, otthonuk másik helyre helyezésével kiképezték őket a két pont közti oda-vissza repülésre is. A XX. század első felében a rádió már fontos szerepet játszott a katonai egységek közötti összeköttetésben, de a postagalambok szolgálatára az üzenetek továbbításában továbbra is szükség volt. A technika ugrássze-

rű fejlődése ellenére a postagalambok még a második világháború idején is szolgáltak, bár számuk jelentősen csökkent.

A postagalambtartás hobbija 1815 és 1825 között Belgiumban kezdett kialakulni, később pedig egész Európában ismertté vált. Ma a világon sok százezer embernek nyújt szórakozást. Nemzetközi szervezete, az FCI (Federation Colombophile Internationale) 1937-ben alakult, mára 62 tagországot tömörít. A Magyar Postagalamb Sportszövetség 1882 óta folyamatosan működő szervezet, 1937 óta tagja az FCI-nek. Taglétszáma 5000 fő. A tagok az ország különböző pontjain lévő 315 Postagalambsport Egyesületben, az áprilistól szeptemberig tar-



1. ábra. Postagalamb

tó röptetési szezonban, szervezeten bonyolítják le versenyeket. A röptetéseket 100 km-től 1200 km-ig többnyire nyugati, északnyugati irányból indítják. A cél az, hogy a postagalambok minél gyorsabban hazaérjenek otthonukba. Az említett versenydíszakban, hazánkban minden hétvégén 40–50 ezer postagalamb versenyez.

A postagalambok versenyteljesítményét befolyásoló néhány tényező vizsgálata

A postagalambsport alapja e madarak ösztönös hazatalálási képessége, ami a szirti galambok biológiájában gyökerezik, amelyek sziklafalakon költenek, ahol a fészkek közelében sem eleség, sem víz nem található. A szirti galamb eleség után kutatva kénytelen többé-kevésbé eltávolodni fészktől, a fészkekhez való visszatérése pedig kiváló tá-

jékozódási képességén alapszik. A kutatókat régóta foglalkoztatja a galambok ezen orientációs viselkedése, de még manapság sem tisztázott teljesen, hogy miként képesek fészktől több száz kilométer távolságból és bármely irányból hazatalálni. Az eddigi kutatási eredmények szerint a Nap állásának segítségével, a Föld mágneses terére támaszkodva, tereptárgyak vizuális megjegyzésével és infrahangokkal is tájékozódnak.

A mai postagalambok az évszázadokon át tartó tenyésztés eredményeként fejlődtek ki. A mesterséges szelekció célja a galambok röpteljesítményének (repülési sebességének) és hazatérési biztonságának növelése volt. Eltérő röptávolságokra szakosodva különböző adottságú, típusú tenyésztési vonalakat nemesítettek ki:

1. Rövid távú versenyalamb: 100–400 km távon röptethető, robbánékony, gyors.
2. Középtávú versenyalamb: 300–600 km-en röptethető, gyors, kitartó.
3. Hosszú távú versenyalamb: 500–800 km-en röptethető, kitartó, 10–14 órás folyamatos repülésre képes.
4. Szuperhosszú távú versenyalamb: 800–1500 km távon röptetik, nyugodt, nem gyors, sohasem adja fel a versenyt, mert küzdeni tudása egyedüli.
5. Univerzális versenyalamb: 100–900 km közötti távon, minden héten, minden távon helyt tud állni. E típus a versenyalamb-tenyésztés legmagasabb szintje.

Minden tenyésztőnek, illetve versenyzőnek magának kell az adott galambállományra és távra kidolgoznia a sikerhez vezető technológiát. Melyik a legmegfelelőbb eljárás a sikerhez? Nem egyszerű a válasz. A versenyzési technológia minden galambász számára féltett kincs. A sporttársaktól legtöbbször csak részinformációkat kaphatunk. Senki nem árulja el az általa biztosnak vélt módszert. Elméleti ismeretek és sok-sok gyakorlati tapasztalat szükséges a versenyzés technikájának elsajátításához. Egy dologban azonban teljes az egyetértés: versenyezni csak egészséges galambokkal lehet. A galamb az egészségügyi problémáit elsőként viselkedésének megváltozásával jelzi, amit az állattal fönntartott rendszeres kapcsolattal

időben észlelhetünk. Előírás és követelmény a védőoltások évenkénti alkalmazása a fertőző betegségek ellen. Rendszeresen használunk megelőző gyógyszeres kezeléseket is.

Az egészség megőrzése miatt nagyon



2. ábra. „Versenydúcom”

fontos galambjaink számára a fészekdúc külső és belső környezete. A dúc lehetőleg délkeleti tájolású, az uralkodó széliránnyal párhuzamos, huzatmentes, de jól szellőztethető, pormentes és száraz, valamint könnyen tisztítható legyen. A dúcban mindenképpen legyen itató és etetőtál is. Emellett a falakra ülőhelyeket kell felszerelni. Az utódok keltetéséhez pedig fészekfülkék szükségesek. Minden versenydúcon kell lennie ki/berepülő nyílásnak, amelyen a galambok ki/be tudnak repülni, de be/ki már nem.

A galambok fejlődéséhez és versenyztetéséhez szükség van megfelelő mennyiségű és minőségű takarmányra. A galambok számára elengedhetetlenül fontos tápanyagok a szénhidrátok, zsírok, fehérjék, vitaminok és ásványi anyagok. A szénhidrátok és zsírok-olajok energiaforrásként szolgálnak. Zsírok szükségesek a zsírban oldódó vitaminok felszívódásához is. A fehérjék a sejtek fontos alkotórészei, nélkülözhetetlen szerepük van a testszövetek fölépítésében és az elhasználódott szövetek regenerálásában. A fehérjék aminosavakból épülnek fel. Az állati fehérjék teljes értékűnek tekinthetők, a növényiekből viszont néhány aminosav hiányzik, ezért fontos, hogy minél többféle magból álljon az optimális tápanyagtartalmú galambtakarmány. A repülés során elsősorban a szárnyizmok vannak kitéve fokozott igénybevételnek, a fehérjebevittel az izomsejtek minél gyorsabb újratöltődését, a kondíció gyors visszanyerését segítjük. A szénhidrátok és zsírok-olajok tartalékolhatók a galamb szervezetében, a fehérjetöbblet viszont nem raktározódik. Verseny után először regenerálni kell a galambot, ezután jöhet a formához szükséges tápanyagtartalmú felhalmozása. Vitaminok feltétlenül szükségesek a galambok számára is. Szervezetük működéséhez, a sejtek,

szövetek felépüléséhez, a betegségekkel szembeni ellenálló képesség megőrzéséhez nélkülözhetetlenek. A C-vitamint – az emberrel ellentétben – a galamb saját szervezetében képes előállítani, ezért a zöldféléket vagy a vitaminkészítményeket más (A, B, D, E, K) vitamintartalmuk miatt adjuk. Az ásványi anyagokat a galambszervezet nem tudja előállítani, ezért azokat kívülről kell bevinni. A szervezet ásványi anyagai a test tömegének mindössze 4–5%-át teszik ki. A kicsi arányhoz képest mégis hatalmas a jelentőségük, ugyanis fontos életfolyamatokat (például anyagcserét) befolyásolnak, nélkülük a vitaminok jótékony hatása sem érvényesül. Vannak ásványi anyagok, amelyek különböző sók formájában elektrolitként is fontosak. A szervezet az

elektrolitok segítségével biztosítja a vízháztartás egyensúlyát. A kifejlett galamb 55%-a víz. A vízvesztés még nehezebb versenyeken sem haladhatja meg a 10%-ot. A legismertebb elektrolit a konyhasó (NaCl). A korszerű elektrolitok a nátrium mellett a kálium, a magnézium, a cink és a mangán sóit is tartalmazzák.

A 70-es évektől – belga mintára – hazánkban is a tenyészgalembok zárt tartása terjedt el. Így napról napra ellenőrzés alatt tudjuk tartani a galambokat, de a gondosan összeválogatott és adagolt takarmány mellett sem jut a galamb elegendő állati fehérjéhez, vitaminokhoz, ásványi anyagokhoz, míg a szabadon kijáró galambok pótolni tudták szükségleteiket. A növényvédő szerek, műtrágyák használata miatt a takarmányok beltartalmi értéke is jelentősen változott. A hiányos táplálkozásnak számtalan következménye lehet. Nemcsak a kondícióra, tollazatra, termékenységre hat károsan, hanem a kórokozók is könnyebben idézhetnek elő megbetegedéseket. A hiánybetegségek megelőzésére táplálékkiegészítők használata vált szükségessé. A XXI. századra rohamos fejlődés vette kezdetét e területen. Ma már speciális takarmánykeverékek, táplálékkiegészítők segítik a modern galambászt a sikerekhez. Több száz termék közül válogathatunk, szinte naponta jelennek meg újak a piacon, amelyek közül egyre több a vegyszermentes, természetes alapanyagú biokészítmény.

I. vizsgálat: a hagyományos és modern tartástechnológia eredményességének összevetése

2014-ben galambállományomon belül próbáltam meg összehasonlítani a hagyományos és modern tartástechnológia eredményességét. A hagyományos takarmá-

nyozásban nagypapám segített, aki maga is galambászott régen. Az újdonságokról pedig a világhálón és szaklapokból tájékozódtam. A 2014-es kelésű, közel 6 hónapos galambjaimnak a 2014. évi őszi versenyekre, 110–305 km távokra heti programot állítottam össze, hazaérkezéstől a következő heti versenykosárba tételig. (Szombaton délután rakjuk galambjainkat a szállítóautóba, ahol egy éjszakát töltenek, majd vasárnap kora reggel eresztjük őket ki az otthonuktól távoli helyen.) Állományomat dúcom adottságainak megfelelően osztottam ketté: modern tartástechnológiával 18 (az állomány 37%-a), hagyományos tartástechnológiával 31 (állomány 63%-a) galambot versenyeztettem. Mindkét csoportba került rövidtávú, középtávú és univerzális típusú egyed. Galambjaimat 5 versenyúton sikerült megfigyelnem. Eredményeiket dúcom belüli helyezéseik (1–5) alapján hasonlítottam össze. A tervezett versenyprogramot nem tudtam befejezni, mert az utolsó, 6. út galambjaim megbetegedése miatt elmaradt.

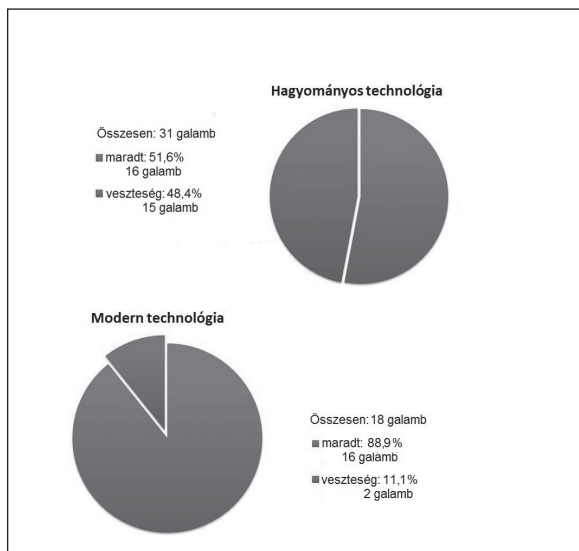
A hagyományos technológiánál a regenerációhoz és a testi tartalékok feltöltéséhez igazítva naponta változtattam a takarmány összetételén. Egy-egy galamb naponta 30 gramm eleséget kapott. Kiegészítésnek gyógyteákat, mézet, almaecetet, tejterméket, fokhagymát, kertben termő zöldségeket (cékla, répa, káposzta, saláta, spenót) kaptak. Régen is voltak vi-



3. ábra. „Fiatal galambdúcom”

taminokészítmények, például a Jolovit, ami ma is kapható, ezt használtam én is, és egy Kondifix nevű készítményt, ami ásványi anyagokon kívül apró kavicsokat is tartalmaz.

Az új technológiánál a hangsúly már nem a takarmány összetételén van. Galambjaim alapkeveréket kaptak, az utolsó két napon kicsi kiegészítéssel: a felkészítés alapjául olyan regeneráló, kondicionáló, vitalizáló készítmények szolgáltak, melyek sűrítve tartalmazzák a hasznos tápanyagokat, salakanyag nélkül. E készítményeket szintén heti programban, naponta változtatva adagoltam.



4. ábra. Galambállományom létszámának változása a fiatal galambok 2014. évi versenyén

Megfigyelések, tapasztalatok, eredmények

- Míg a hagyományos technológiával tartott galambokat 5 útból 2-3-szor lehetett versenyre küldeni, addig a modern technológiával tartottak 5 útból 3-4 alkalommal is versenyeztethetők voltak.
- A betegség és egyéb okok (például ragadozó madarak, vadászat, sérülések) miatti veszteség összesen 17 galamb volt. A 17 közül 15 a hagyományos tartástechnológiájú csoporthoz tartozott. A versenyutakról 9 galambom veszett el, ebből 8 volt hagyományos tartású.
- A takarmányok összeállítása, a téák főzése sok időt igényel a késztermékek gyors és egyszerű alkalmazásával szemben.
- A versenyeken a modern technológiával tartott galambok sikerebbek voltak (4. ábra), pedig létszámarányuk ezt nem indokolta. A hagyományos tartástechnológiás galambok az állomány 66%-át tették ki, a helyezéseknek mégis csak 36%-át szerezték meg, míg az állomány 34%-át kitevő modern technológiával tartott galambok a helyezések 64%-át érték el.
- A két tartási módszer összehasonlításakor a galambok sebességében nem tapasztaltam érdemi különbséget. A postagalambok átlagosan 70–80 km/óra sebességgel tudnak repülni, de erős hátszélben ennél jóval többre is képesek. Ismereteim szerint a leggyorsabb galamb egy 2012-es belgiumi versenyen 127,2 km/óra átlagsebsé-

séggel ért haza. Az én leggyorsabb galambom 2013-ban Pannonhalmáról 106,5 km/óra átlagsebességgel ért haza, ami légvonalban 232 km volt, ezt 2 óra 11 perc alatt tette meg.

Következtetések

A modern tartástechnológia alkalmazásával gyorsabb a verseny utáni regeneráció, terhelhetőbbek és ellenállóbbak a galambok. Kisebb versenyállománnyal jobb dűckörülményeket lehet kialakítani, és ugyanazt az eredményt lehet elérni.

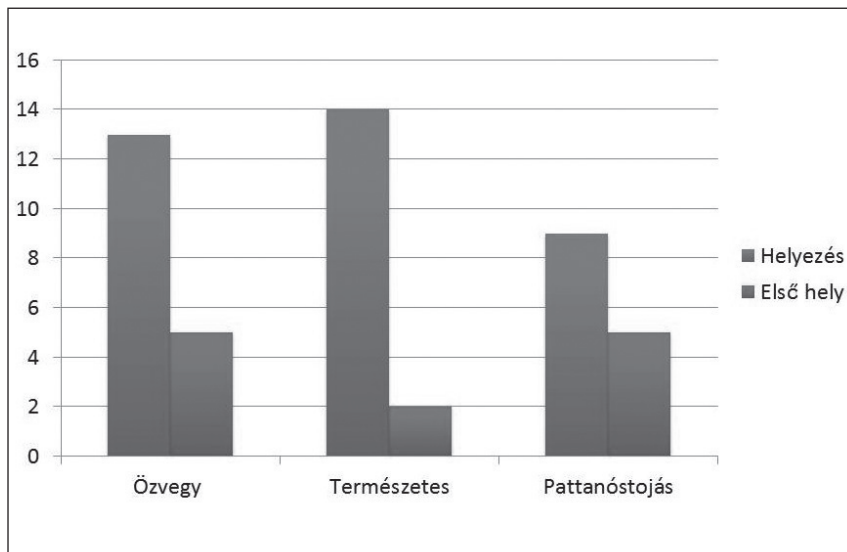
II. vizsgálat: eltérő versenymódszerek teljesítményfokozó hatásának összehasonlítása

Fészekállapot alapján, ivarérett galamboknál két eltérő versenyzési módszer van:

- Természetes versenymódszer:** Ez fészekről való versenyzést jelent. A galambok a versenyszezon alatt (márciustól augusztusig) tojásos ülnék és fiókákat nevelnek. Mindkét

nem neveltetünk, vagy csak igen fiatal (6–8 napos) koráig hagyjuk a szülőpár alatt a fiatalokat. A száraz fészek módszer alkalmazásakor a tojásokat néhány napi költés után műanyagtojásokra cseréljük, a fiókák kikelését így meg tudjuk akadályozni, ezáltal mentesítjük a szülőpárt a megterhelő neveléstől.

- Özvegy versenymódszer:** A galambpárok versenyszezon előtt és után (márciusban és augusztusban) természetes módon nevelnek fiókákat. A versenyek időtartamára elválasztjuk őket egymástól, ezért hívjuk özvegyeknek őket. Az özvegy galamb egész héten át zárt ajtók mögött pihen, s napi kétszer kap lehetőséget szabad repülésre. Verseny előtt és hazaérkezéskor találkozhatnak a párjukkal, de csak úgy, hogy abból szaporulat ne keletkezessen. A pár egyik tagja, általában a tojó, a verseny idején otthon marad. Elsősorban a rövid- és a középtávú versenyeknél ösztönözhetjük így a galambokat. A galamb hazatérési motivációja fokozható, ha a tenyésztő feltékenységi helyzetet teremt. A módszer továbbfejlesztett változata a teljes özvegyesség, amikor mindkét nem versenyzik.



5. ábra. A különböző versenymódszerrel nevelt galambjaim 2015. évi versenyen elért I. és további (II., III.) helyezéseinek száma. A galambász zsargonban a szebben kelő tojásokra mondják, hogy „pattanós”. A kikelés megelőző 24 óra a költésnek azon szakasza, amikor megreped a tojás, majd a fióka előbújik. Belülről ütögeti már a kicsi, ezért van egy repedés a tojásos. Ezt érzékeli a galamb, így ha elküldjük versenyre, akkor siet haza. Érkezőkor még a tojásban van a kicsi, de még aznap ki is kel

nem (hím, tojó) versenyeztethető. A kímélő módszer a természetes versenyzési mód továbbfejlesztett változata. Csak egy fiatal neveltetünk fel az idény kezdetén, később pedig

A versenymódszerek részleteiről nehéz egységes írásos anyagot találni, mert minden tenyésztő többé-kevésbé másképpen alkalmazza, és nem szívesen árulja el az általa ideálisnak tartott eljárást. Mind a tartástechnológiáról

nológiát, mind a versenyzés technikáját is saját állományra kell magunknak kikísérletezni.

A 2015-ös versenyszezont az előző évről megmaradt ivarérett 32 galambommal kezdtem. Helyszűke és a speciális berendezés hiánya miatt a klasszikus özvegy módszer alkalmazására nem volt lehetőségem. 10 pár galambot természetes, kímélő fészek módszerrel versenyztettem. 6 pár galambot a következő módon készítettem föl: a galambok hét elején párban voltak, verseny előtt 2 nappal elvettem a párt, majd a kosarazás reggelén visszatettem a fészekbe. Fészük üres volt, a tojásokat elvettem, amikor letojtak. Mivel arra kerestem a választ, hogy mennyire befolyásolja a teljesítményt a fészekállapot, ezért azonos takarmányozást alkalmaztam. Minden hét elején a hétvégi távhoz igazodva kijelöltem a csapatot (10 galambot). Összesen 12 (rövid, illetve középtáv) versenyen figyeltem meg galambjaim teljesítményét.

Megfigyelések, tapasztalatok, eredmények

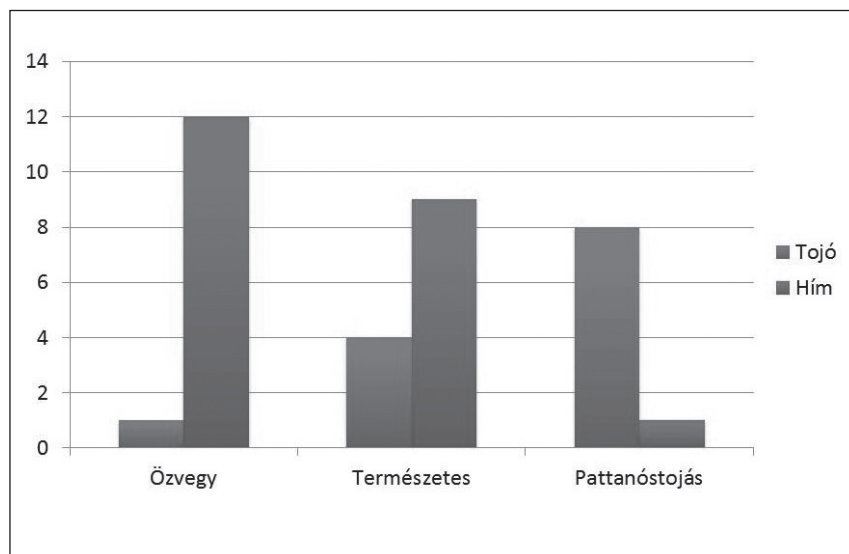
- A természetes versenymódszer alkalmazásánál helyezéseimet a tojók „szerezték” kelő tojásról (kelés előtt egy nap, vagyis a költés 17–18. napja). Egy versenyszezomban maximum kétszer költöttek galambjaim, kétszer volt alkalmuk helyezést elérni. Nagyon pontosan kellett időzíteni a pakolás és verseny napjára. A magas léghőmérséklet befolyásolta a költési időt, nehezítette az időzítést. A versenyben a hímek aránylag több helyezést értek el, mint a tojók, bár nem az élmezőnyben. A természetes versenyzési mód során a hímek többször voltak versenyre küldhető állapotban, és több helyezést is szereztek, mint a tojók, de ún. élhelyezést már nem tudtak szerezni. A verseny végére elfáradtak, lecsúsztak a dobogóról.
- A fiókák nevelése, a hímek fészekre hajtási időszaka (mikor a hím állandóan követi a tojót, és csőrével üti a fejét) a galamb teljesítményét csökkenti.
- A galambvesztésből adódó fészekállapot kényszerű felbomlása a megmaradt galambot még jobban igénybe veszi, nehezebben hozható formába, némelyikük nem is kerül versenyhangulatba.
- Az özvegy versenymódszemél a hímek szereztek inkább élhelyezéseket.
- Minden özvegyen versenyzett hím galambom hazajött a versenyekről.
- Az özvegy hímek és a kelő tojásról versenyző tojók dúcon belül jelentős előnnyel jöttek, és díjat is száltak, vagyis eredményesek voltak mások galambjaihoz viszonyítva is (5–6. ábra).

Következtetések

A fészekállapotból adódó pszichés motivációval kiugró teljesítményt tud elérni a galamb. Kiegyensúlyozottabb, megbízhatóbb, folyamatosabb teljesítményre az özvegyített galambok voltak képesek. Akár a szezon első vasárnapjától minden versenyúton a siker reményével vehetnek részt. Nem kell megküzdenni a fészekállapotból, a fiókák neveléséből adódó nehézségekkel. Sajnos a fészekre hajtást nem tudták teljesen elkerülni. Természetes módszerrel való versenyzésnél nagyobb létszámú állományra van szükség, hogy hétről hétre versenyre

A gondoskodást a galambok épségben történő hazaérkezésükkel hálálják meg.

Előfordulhat, hogy a gondosan felkészített postagalamb sem ér haza, mert útközben sok veszély leselkedik rá: ragadozó madarak, vadászok, rosszindulatú emberek, akik az idegen helyen megpihenő galambokat befogják. Bekosarazástól hazaérkezésig izgalommal teli várakozás érzése tölti el a galambtenyésztőt, de nem lehet lazítani, mert már közeledik a galambok következő versenyre való felkészítése is. Az áprilistól októberig terjedő időszak nagyon sok munkát, örömet, élményt jelent. Szezon után pedig a dúcon belüli értékelés, a galambok



6. ábra. A különböző versenymódszerrel nevelt galambjaim 2015. évi versenyen elért helyezéseinek nemek szerinti száma

begyűjthető galambok legyenek, és eredményeket is produkáljanak.

Összegzés

A modernebb tartástechnológia és versenymódszer alkalmazásával ütemezhetőbbek és tervezhetőbbek a postagalambversenyek. Egy galamb nem akkor számít gyorsnak, ha nagy a repülési sebessége, hanem akkor, ha társait megelőzi. A galambok versenyteljesítményét a tartástechnológián kívül befolyásolják még a galamb örökletes adottságai, életkora, egészségi állapota, a napi minimális/maximális léghőmérséklet, a szél iránya és erőssége, a levegő páratartalma, az időjárás változása, a föleresztési hely földrajzi adottságai, a szállítójármű hőmérsékleti viszonyai (klímája) és az ott eltöltött időtartam. A felkészítés lépcsőzetes folyamat, néha nem tervezett változásokkal, például időjárás, betegség megjelenése. Van, hogy egy-két nappal a verseny előtt kell átgondolni, szükség esetén módosítani a felkészítést. Izgalmas munka, nem lehet pihenni. Az év minden napján a galambok között kell lenni.

szelektálása és a következő versenyév tervezése a feladat.

Pályázatom csak kezdete galambászati vizsgálataimnak. Bízom benne, hogy folytatni tudom majd, mert a versenyzéshez szükséges eszközök és tapasztalatok gyűjtése hosszú tanulási és kísérletezési folyamat. Így e szabadidős sporttevékenység akár egy életen át is tarthat.

Még csak öt éve galambászom, ezért még sokat kell tanulnom. A cél természetesen nekem is a különböző bajnoki címek elnyerése. A postagalamb tartása és versenyztetése olyan hobbi, ahol a feladatok és élmények is családon belül közelekednek. 🐦

Az írás szerzője diákpályázatunk Biofizika kategóriájának első díjasa.

Köszönetnyilvánítás: Köszönettel tartozom szüleimnek, nagypapámnak és azoknak a sporttársaknak, akik segítenek és támogatnak. Köszönöm továbbá felkészítő tanáromnak, Nagy-Czirok Lászlóné áldozatos segítségét és dolgozatom korábbi változatainak javítását.

A postagalambok tájékozódásáról

A tudomány a postagalambok tájékozódási mechanizmusait még amíg nem tudta teljes mértékben kideríteni. A második világháború óta a következőket sikerült a kutatóknak feltárniuk:

Gustav Krammer (1950) bizonyította be elsőként, hogy a postagalambok a Nap segítségével képesek tájékozódni. Nevéhez fűződik a napiránytű-elmélet. A Nap folyamatosan változtatja helyét az égbolton napszakosan és évszakosan egyaránt. E problémát a galamb belső biológiai órájával oldja meg, így képes a pontos időt meghatározni és a Föld forgásából adódó változásokat kiegyenlíteni.

Matthews galamboknál figyelte meg, hogy hazatérésüknél a Napot jelzőként felhasználják. Bebizonyította, hogy ismeretlen környezetben szabadon bocsátott galambok jelentős mértékben otthonuk irányába tájoltak be, és ez az irányulás elmaradt, ha az égbolt felhős volt. Matthews korábbi kísérletek alapján feltételezte, hogy a madarak navigálása a Napon alapul. Elképzelése szerint a más földrajzi helyre szállított madár az otthonának helyére vonatkozó összes információt a Nap mozgásából nyeri. Az időérzékeléssel együtt a napív nyújtja a hazai irány kijelöléséhez szükséges információkat.

A Nap segítségével történő navigálásban szerepet játszik a Nap horizont fölötti szögtávolsága is. Feltételezhető, hogy a postagalambok a Nap állását minden pillanatban pontosan ismerik, így fölengedésükkor tudják, milyen a Nap állása a több száz km-re fekvő dúcuk fölött, így a fölengedési hely és a hazai dúc napállása adja meg a helyes hazatérési irányt.

Pontos belső órájuk és napiránytűjük segítségével a madarak tartani tudják a helyes vonulási irányt. Ez azonban még mindig nem ad feleletet arra a kérdésre, hogyan találnak vissza fészükre. A napiránytű ugyanis csak az irányt és nem a célt mutatja.

A galambversenyek során szerzett tapasztalatok azt igazolják, hogy a föleresztés pillanatában a Napnak láthatónak kell lennie a galambok számára. Ha az idő borús, nem indulhatnak el a galambok, ha viszont már úton vannak, és csak később lesz felhős az ég, a helyesen megválasztott iránytól nem térnek le.

A napiránytű használata mellett a galambok képesek a mágneses iránytűjük használatára is, ami teljesen felhős időben igen hasznos. Ha a földi mágneses mező észlelését a galambokra helyezett apró mágnessel megzavarták, hazatérésük lelassult vagy ellehetetlenült. Arra, hogy a madarak miként észlelik a mágneses mezőt, több feltételezés alakult ki. Az egyik szerint speciális fényérzékeny színanyagok (fotopigmentek) találhatók a szemükben, amelyek kémiai gyökpárokat képeznek, azok konformációját a mágneses tér befolyásolja, és ezen információ továbbítódik az agyba.

Egy másik elmélet szerint a galambok testükben valahol apró mágneses szemcséket hordoznak. E részecskék mechanoreceptorokkal kapcsolatban álló vasoxid-kristályok, amelyek mágneses érzékelőkként működnek. Egyes kutatások szerint a magnetoreceptorok a galambok felső csőrakájában vannak, mert a Föld mágneses terét érzékelő képességüket elvesztették, amikor egy kicsi mágneset erősítettek felső csőrükhöz, vagy amikor gyógyszeresen érzéstelenítették felső csőrakájukat. Amikor megsértették a háromszatú agyvidék felső csőrakájához haladó ágát, a galambok elvesztették a természetes és a mesterséges mágneses tér megkülönböztetésének képességét. Amikor viszont a szaglói úton

ejtettek sérülést, nem mutatkozott változás a galambok tájékozódásában. De a mágneses érzékelő részecskéket egyelőre még nem találták meg a csőrben.

Egy vizsgálatban elvágták a galambok szagjeleket agyukba szállító idegeit. A kontrollcsoportban a háromszatú ideget szakították meg, amely ideg azzal a területtel áll kapcsolatban, ahol az agy a mágneses mező változásait érzékeli. A galambokat 50 kilométerre engedték el otthonuktól. Azon galambok, amelyeket megfosztottak a mágneses mező érzékelésétől, egy híján valamennyien hazatértek 24 órán belül. Ez azt jelezte, hogy nem a mágneses mező érzékelése segítette őket a navigálásban. Azon galambok azonban, melyeket a szaglóképességüktől fosztottak meg, a szélrózsa minden irányába szétrepültek, s csupán négy jutott haza. Ebből azt a következtetést vonták le, hogy a galambok a szagok mintázataiként értelmezik a tájat. E kísérlet 50 kilométeres távon igazolta a szaglás szerepét a tájékozódásban. A versenyeken 100–1100 kilométereket tesznek meg a postagalambok. Ilyen nagy távolságokon kérdéses a szaglás jelentős szerepe a galambok hazatalálásában.

Más kutatások szerint a galambok képesek alacsony frekvenciájú hanghullámokkal (infrahangokkal) is tájékozódni, amennyiben 0,1 hertzes hanghullámokkal rajzolnak maguknak egyfajta mentális térképet, és ez alapján tájékozódnak. Az infrahangok a természetben általában az óceánokból, tengerekből származnak, és apró turbulenciákat hoznak létre a légkörben, amiket a galambok érzékelnek. Mindez azt is megmagyarázza, hogy miért repülnek olykor tanácstalanul kisebb köröket a postagalambok, mielőtt magabiztosan rátalálnának a hazafelé vezető irányra. Az infrahangoknak nagy a hullámhosszuk, így a hosszú infrahanghullámot egy madár csak akkor érzékeli, ha néhány kört tesz a levegőben.

Az otthonuktól távol szabadon bocsátott galambok kezdeti irányvételét korábbi tapasztalataik is befolyásolják. Ugyanarról a helyről történő egymás utáni fölröptetések eredményeként a szétzóródás szűkül még akkor is, ha a sikeres hazatérés alatti természetes szelekciót leszámítjuk. Mivel a galambok látása jó, ezért feltételezik, hogy a táj jellegzetességei (folyók, hegyek, úthálózat stb.) alapján is biztosan tudnak tájékozódni, ezt a képességüket gyakorlással fejleszteni lehet, és dúcuk közel 70 km-es környezetében kiválóan használhatják.

A postagalambok hazatalálási útvonalának regisztrálását a GPS navigációs nyomkövető rendszer alkalmazása napjainkban jelentősen megkönnyítette. A kísérletekben szereplő galambok hazatérési útvonalát egyetlen esetben sem egyezett meg a föleresztési hely és a galambok otthona közti legrövidebb úttal, a képzeletbeli egyenessel, mert attól egyenként különböző mértékben jobbra és balra eltértek. GPS segítségével nemcsak az útvonalukat, hanem a mindenkori repülési magasságukat is regisztrálni lehet.

Mivel nincs egyértelmű magyarázat a postagalambok tájékozódási képességére, ezért nem tudnak a kutatók magyarázattal szolgálni arra sem, hogy vannak olyan versenyek, amikor nem térnek haza a galambok, pedig föleresztésükkor az idő jó, a nap süt, a galambok felismerik a helyes irányt. Vannak föleresztési helyek, ahol feltűnően sok galamb vész el, és vannak napok, amikor nagy a galambvesztés. A galambok navigációját zavaró tényező lehet a hirtelen fellépő időjárás-változás, a mobiltelefonok, radarállomások és műholdak is.

Források

<http://pilordia.blogspot.hu/2015/05/cher-amium-pombo-heroi-de-guerra.html>
<http://portkavarunk.blogspot.hu/2013/05/repuloposta-avagy-postagalambkodas.html>

Gyulai József (1985): *Postagalambok a számítástechnika korában*. Diplomadolgozat. Debrecen
 Kajári János (1989): *50 éves tapasztalataim a postagalambsportban*. Budapest
 Kerekes János (2014): *Anker Alfonz munkássá-*

ga tanulmányai és cikkei tükrében. Magyar Postagalamb Sportszövetség, Budapest
 Stam W. E. (1989): *Postagalambsport ma és holnap*. Magyar Postagalamb Sportszövetség, Budapest
 Szikora András (1983): *Katonagalambok, hír-*

vivőgalambok. Zrínyi Katonai Könyv- és Lapkiadó, Budapest
 Jilly Bertalan (2006): AWET Vol 2. Tájékoztató és hazatalálás lehetősége az állatvilágban. http://epa.oszk.hu/02000/02067/00004/.../EPA02067_AWETH20061033.pdf
 Kovácsné Lebedy Ágnes: Katonagalambok, a postagalambok szerepe a világháborúkban. Műszaki Katonai Közlöny, 2013. I. szám.
 Pakuts Gábor (2005): A postagalambok

röptejesítményét befolyásoló néhány tényező vizsgálata. Doktori (PhD) értekezés. http://phd.ke.hu/fajlok/1240914007-de_2751.pdf
 Szili Norbert (2008): A postagalambok versenyteljesítményét befolyásoló tényezők. http://www.notaris.hu/notaris_index.php?cmd=writeings
<http://www.hhk.uni-nke.hu/downloads/kiadvanyok/mkk.uni-nke.hu/>

PDF2013elso/13%20lebedy%20agnes%20postagalambok%20I.pdf
 Emlékezés a történelmi 125. évfordulóra (2007). <http://I:/Em1%C3%A9kez%C3%A9s%20a%20t%C3%B6rt%C3%A9nelmi%20125.htm>
www.postagalamb.hu
www.sky-steeds-postagalamb.hupont.hu
www.a-postagalamb.hu
www.galamb.hu
www.notaris.hu/

Mentsük, ami még menthető, joule-tolvaj

NAGY ENIKŐ

Nyíregyházi Szakképzési Centrum Bánki Donát Műszaki Középiskolája és Kollégiuma

Nem olyan régen az iskolában sétálva figyeltem fel egy használt, lemerült elemeket gyűjtő tárolóra. Önmagában ez nem lett volna szokatlan látvány, mert elég sok helyen láttam már ilyet közintézményekben, áruházakban. De felőtltt bennem egy kérdés. Hová kerülnek, amikor elszállítják őket? Kiürítik ezeket a gyűjtőpontokat? Mit tudnak kezdeni a napjainkban már tetemes mennyiségű használt elemmel? Megsemmisítik vagy újrahasznosítják azokat?

Utánanéztem kicsit, és kaptam is választ a kérdésemre: „Az ólomakkuk gyűjtése saválló konténerben történik. Az ólomkohóban törés, zúzás és a komponensek szétválasztása után kohósítják az ólmot, amit elsősorban új akkumulátorok gyártásánál használnak fel újra. A kénsavat vegyi úton semlegesítik, a keletkező sókat az üvegiparban és a mosószergyártásnál használják fel alapanyagként. A műanyagot granulálják, majd gépjárműalkatrészeket, akkumulátorházakat gyártanak belőle. Hazánkban jelenleg nincs akkumulátor-feldolgozómű, ezért a hulladékká vált akkukat a környező országok ólomkohóiba szállítják. Az ólomhulladékra alapozott akkumulátorgyártás akár nyolcszor költségtakarékosabb, ezért nálunk is tervezik a környezetet nem veszélyeztető akkumulátor-feldolgozómű létrehozását. A kisméretű lúgos akkumulátorok feldolgozása igen költséges, ezért ezeket egyelőre a környezetre nézve biztonságos kialakítású, veszélyes hulladékokat befogadó lerakókban helyezik el.” (<http://kornyezetbarat.hulladekboltermek.hu/hulladek/hulladekfajtak/veszelyeshulladek/>)

„A hazai akkumulátorhulladékot külföldi ólomkohókban – Ausztria, Bulgária, Csehország, Szlovénia – dolgozzák fel.” (http://www.kvvm.hu/cimg/documents/EA_vizsg_elemzes.pdf)

1.1. Táblázat– Rendelet hatálya alá tartozó áramforrások mennyisége

	2004	2005	2006	2007
Hordozható elem és akkumulátor (tűv)	1 938	2 017	1 839	1 804
Gombelem (tűv)	N/a	N/a	N/a	5
Gépjármű és ipari akkumulátor (tűv)**	20 335	19 492	19 951	19 710

*Forrás: Elem és Akkumulátor Forgalmazók Egyesülése

** Forrás: Hungakku Kft.

A táblázatból adataiból jól látható, hogy a forgalomba hozott hordozható áramforrások tömege stagnál illetve csekély csökkenést mutat, amely két fő okra vezethető vissza:

- a hordozható készülékek mérete egyre csökken; a korábban domináns AA (ceruza) méret helyett egyre inkább az AAA méret válik uralkodóvá, melynek mérete és tömege is kisebb
- a 109/2005. Kormányrendelet miatt fellépő többletköltségek az olcsó, ám kis teljesítményű szén-cink elemek forgalmazói számára nehezen viselhetők, ezért fokozatosan átállnak a nagyobb értékű és teljesítményű alkáli elemek vagy NiMH akkumulátorok forgalmazására.

Egy kimutatás alapján azonban az újrahasznosított elemek száma a forgalomba hozottak mennyiségétől eltér. Ennek oka az lehet, hogy az újrahasznosítás nem Magyarországon történik, hanem Európában más országaiban. Érdekes volt azt olvasni, hogy az elemekből nem gyűlik össze akkora mennyiség, hogy azt megérje helyben hatástalanítani, ezért kiválogatják a nehézfémeket tartalmazókat, majd elszállítják újrahasznosításra. Azonban vannak Európában olyan tagállamok, amelyek gyártói kötelezettségé tették az elemek visszagyűjtését.

Ezen információk tudatában elgondolkodom azon, hogy tudnám-e ezeket még valamire használni? A válasz, igen! A megoldás: A Joule-thief, azaz a joule-tolvaj nevű szerkezet, amit arra használhatunk, hogy a lemerült elemeinkben maradt energiát kiszigereljük. Igen, lemerült elemeink valóban még ige- csak energikusak. Ez nem ismeretlen szerkezet, azonban nem túl elterjedt, kevesen ismerik, pedig akár csak a környezet

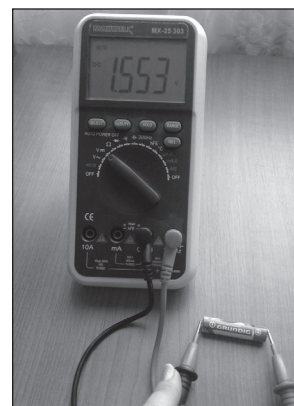
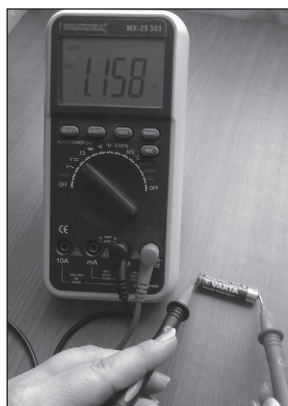
megóvása érdekében is fontos lenne, hogy az emberek tudjanak róla és használják is.

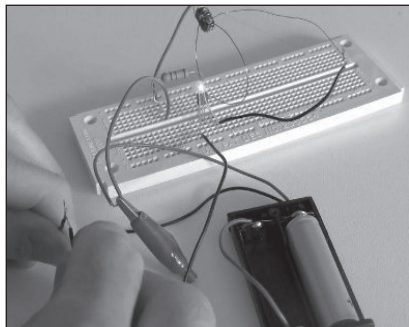
Hogyan lehet ez? Újonnan vásárolt elemeink kapcsol- feszültsége több mint 1,5 V, ezeket akkor tekintjük „lemerültnek”, amikor elektronikai eszköz (pl. digitális fényképezőgép) működtetésére már nem képesek, ekkor kapcsol- feszültsége 1,2 V alá csök-

ken. Viszont ezt feszültséget még használni tudjuk, akár 0,6 V-ig ki tudjuk zsigerelni elemeinket.

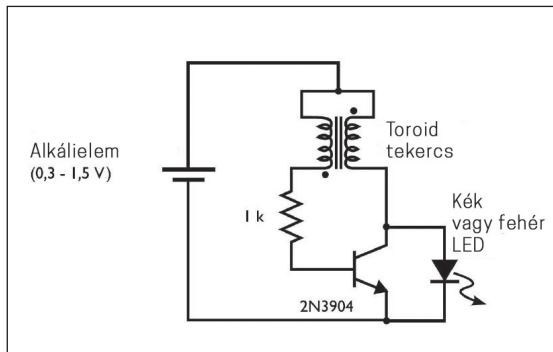
Hogyan tudjuk felhasználni még ezt az energiát?

A joule-tolvaj egy nagyon egyszerű elektronikai áramkör, amelyet komolyabb elektronikai tudás nélkül is elkészíthetünk. Ez a szerkezet célirányosan arra lett kitalálva, hogy az utolsó csepp energiát is felhasználjuk. A működési elve sem bonyolult, az induktivitáson alapul. Mágneses térben tároljuk az energiát, és azt egy tranzisztorral kapcsolgatjuk. Az alapáramkör csupán





de az ellenkező polaritás miatt bezár). Nincs, ami már építse a mágneses teret, elkezd még jobban összezuhanni, és az induktivitás paramétereitől függően feszültséget indukál a tekercsben – ezt lehet felhasználni a LED meghajtására. Miután teljesen összeomlott a mágneses tér, már nem kényszeríti a kis tekercset a tranzisztor zárva tartására, így újraindulhat az egész folyamat." (<http://hirmagazin.sulinet.hu/hu/tudomany/az-energiatolvajt-uldozi-a-rendorseg>)



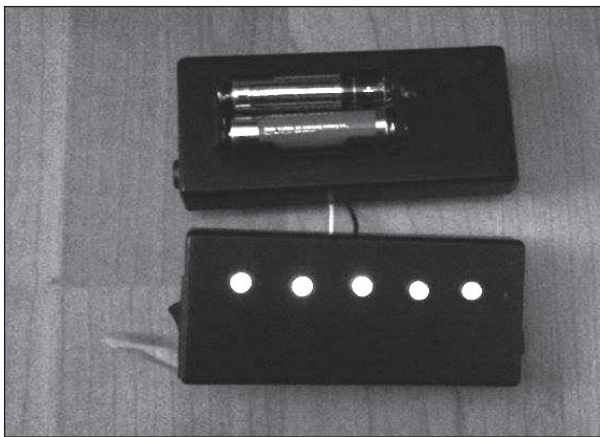
négy alkatrészből áll. A két fő elem a tekercs, amivel a nagyobb feszültséget indukáljuk, és a tranzisztor, amivel ezt kapcsolgatjuk. Ezen kívül még van benne ellenállás, amit védelem céljából használunk, és a LED, ami nemcsak a szerkezet működését jelzi, hanem fényt is ad. És persze az áramforrás, azaz a lemerült elem, ami az egész alapja. Ez lehet AA jelzésű vagy AAA jelzésű lemerült ceruzaelem.

A működési elv részletes leírása

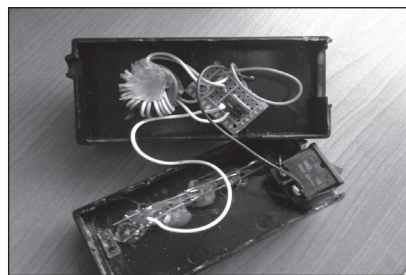
„Bekapcsoláskor az ellenálláson és az egyik tekercsen keresztül a tranzisztort kinyitjuk. Ennek hatására megindul a kollektoron és a másik tekercsen keresztül az áram. A viszonylag nagy áram hatására a tranzisztor még jobban kinyit, még nagyobb áram kezd el a tekercsen folyni. Az áram mágneses mezőt hoz létre, miután már a mágneses mező nem tud tovább épülni, lecsökken az átfolyó áram nagysága a tekercsen. Ez azt eredményezi, hogy a tranzisztor kezd bezárni (mivel lecsökken a bázis-emitter áram). A csökkenés következménye, hogy a mágneses mező kezd összeomlani, ekkor – mivel a két tekercs ugyanarra a magra van tekerve – az összeomló tér a kisebb tekercsben ellentétes polaritású feszültséget indukál. Ez azt jelenti, hogy a tranzisztor zár (mivel az ezen a tekercsen átfolyó áram nyitotta ki a tranzisztort –,

azt, hogy elemeink hosszabb életűek legyenek, és az utolsó csepp energiát is ki nyerhessük belőlük, ezzel megspórolva a gyakori elemvásárlást, és eldobásukat, ami hosszabb távon jövedelmezőbb lenne, a hulladék mennyiségét és a költséget tekintve is.

Céljaim közé tartozik, hogy minél többen megismerjék ezt a technológiát, és alkalmazzák is. Úgy gondoltam, hogy az alapáramkört be lehetne építeni elektronikai szerkezeteinkbe, s ezáltal elérhetnénk



Magam is elkészítettem néhány nagyon praktikus eszközt a joule-tolvaj áramkör segítségével. Kipróbáltam rajtuk újításokat, hogyan lehetne tökéletesíteni, működésüket szabályozni, minél kisebb formát kölcsönözni neki, és akár a mindennapi életben használható elektronikai tárggyá varázsolni.



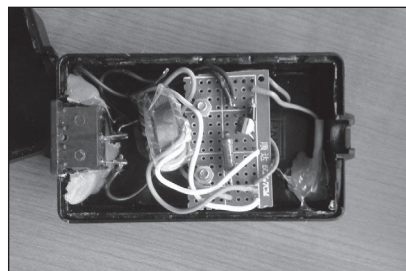
LED-soros világítás

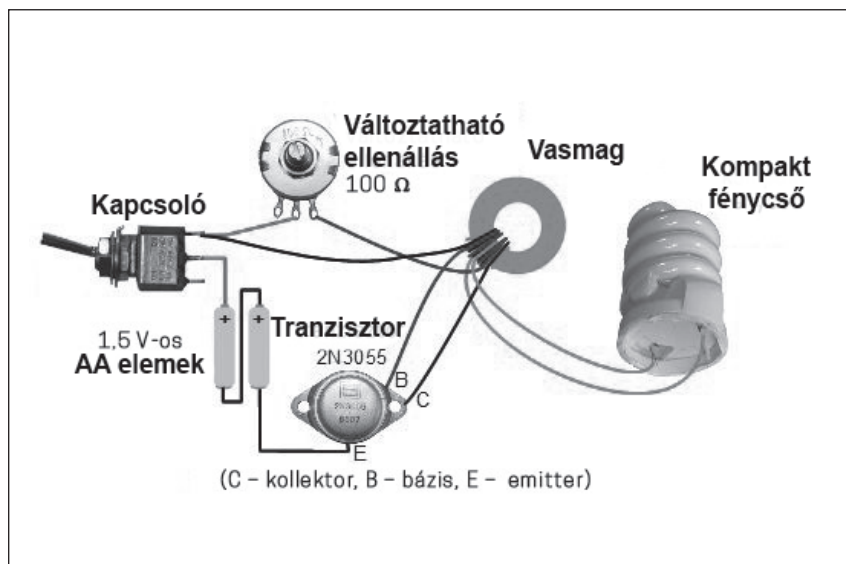
Az áramkör segítségével komplett LED-sorokat működtethetünk, amit akár díszfényként, vagy munkaterületek megvilágítására is használhatunk. Ennek a kapcsolási rajza az alapáramkör, és ezt kell kiegészíteni LED-ekkel, amiket sorban és párhuzamosan is köthetünk egymással, viszont az összekötéshez igazodva kell a lemerült elemek mennyiségét növelni, hogy a feszültség elegendő legyen a működésükhöz.

Szükségünk van:

- nyákra, amire el tudjuk készíteni az áramkört
- egy induktivitás tekercsre (primer menetszám: 8; szekunder menetszám 8)
- lemerült elemekre (AA vagy AAA, ezekhez használhatunk elektronikai boltokban kapható elemtartókat, így az elemek összeköttetése is egyszerűen megoldható)
- 1 db ellenállásra (1 kΩ)
- tranzisztorra (2N2222 típusút vagy helyettesítőit)
- diódára azaz LED(ek)-re.

Én dobozba rejtettem el az elektronikát, és kívül helyeztem el a LED-eket. Kapcsoló is került az áramkörre, így ha





éppen nincs szükségem rá, egy mozdulattal megszakíthatom az áramkört. Bárhol könnyedén használhatom.

Akkumulátortöltő

Az elv ugyanaz. Szintén nagyon hasznos, ugyanis akár egy használt elemmel feltölthetjük a lemerült akkumulátorunkat. Szükségünk lesz ugyanazokra az alkatrészekre, mint amelyek az alapáramkörben vannak, továbbá egy 1N4007 típusú (vagy más megfelelő) diódára. Ezeket a kapcsolási rajz alapján kell beépítenünk az áramkörbe. A világító LED-nek az a szerepe, hogy általa tudjuk ellenőrizni a szerkezet működését, és nyomon tudjuk követni az elem töltöttségét. Amikor a LED kialszik, az áramkör megszakad, ugyanis már nincs elég feszültség az elemben, tehát teljesen kizsigereltük, és valószínűleg az akkumulátorunkat is teljesen feltöltöttük.

Olvasólámpa

Igen, akár olvasólámpát is készíthetünk, ami úgyszintén nem működik másról, mint lemerült elemről. Ehhez már több mindenre van szükségünk, és némiképp bonyolultabb az alapáramkörnél. Sok odafigyelést igényel. Szükségünk lesz:

- nyákra (erre építünk),
- induktivitás tekercsre (használhatunk hagyományos toroid vasmagot vagy ún. EI alakút; a tekercselés nagy odafigyelést igényel, a menetszámok a tekercs típusától függően eltérnek),
- lemerült elemekre,
- tranzisztorra (2N3055 típusú vagy más megfelelő),
- egy energiatakarékos izzóra (az izzó aljában lévő elektronikát ki kell



- szerezelnünk),
- 1 db potenciométerre, azaz változtatható ellenállásra (100 Ω),
- és egy kapcsolóra.

Gondoljunk bele, milyen hasznos lehet ez a kis olvasólámpa. Nem fogyasztunk vele hálózati áramot, mégis pontosan ugyanolyan jól szuperál fényforrásnak. Egyik nap a távirányítóban használjuk az elemet, másnap már a maradék energiájából nyert fénynél olvassuk kedvenc könyvünket. Mindezt abban a tudatban, hogy tettünk valamit környezetünk megóvása érdekében, és költséghatékonyak voltunk.

Összefoglalás

A nagy mennyiségű elem használatának következménye, hogy rengeteget dobunk

ki, így tetemes mennyiségű veszélyes hulladék keletkezik, aminek biztonságos tárolása, elszállítása külföldre, majd hatástalanítása, hatalmas költség. De van lehetőség ennek csökkentésére. Kutatómunkámat azzal a céllal indítottam el, hogy olyan eszközt, technológiát találjak, építsek, fejlesszek, amivel kizsigerelhetem az összes energiát a használt elemeimből, így a környezet óvásáért is tegyek valamit. A joule-thief erre a megoldás, egy egyszerű, olcsó, hasznos és innovatív elektronikai áramkör. Céлом, hogy minél többen megismerjék ezt a technológiát, és akár alkalmazzák is. Mert a használt elem feltölthet még egy akkumulátort, megvilágíthatja asztalunkat, mert a kevesebb energia néha több!

A Joule-thief nem ismeretlen eszköz, de nem igazán elterjedt, Magyarországon semmiképpen. Azonban nemrég jelentette be egy amerikai cég, hogy elkészítette olyan változatát, amelyik nem nagyobb,

mint egy elem. „A normál használatnál csak az elemek 20 százalékát lehet kihasználni, a küttyűvel viszont a maradék nyolcvan százalékhoz is hozzá lehet férni. A Batteriser küttyűben DC/DC-konverter nevű elektronika van: az elem egyre csökkenő feszültsége táplálja, 1,5 voltot mindenképpen kinyer az belőlük, amíg azok teljesen ki nem merülnek. A technológia nem új, viszont most először sikerült olyan kicsire összepréselni, hogy a magassága nem nagyobb, mint egy megszokott elemé. A küttyűt szep-tembertől lehet majd kapni, négyes csomagban 10 dollárért.” Forgalomba hozva akár a boltok polcairól megvásárolhatjuk ezt a nagyon praktikus kis szerkezetet. Így elemeink sokkal hosszabb életűek lesznek, és minden energiát kinyerhetünk belőlük. ■

A szerző az Önálló kutatások, elméleti összességek kategória második díjasa.

Források

- <http://kornyeztbarat.hulladekboltermek.hu/hulladek/hulladekfajtak/veszelyeshulladek/>
- http://index.hu/tech/2015/06/03/a_nem_ujratoltheto_elemet_is_ujratolti_egy_kutyu/
- <http://hirmagazin.sulinet.hu/hu/tudomany/az-energiatolvajt-uldozi-a-rendorseg>
- <http://fizikaiszemle.hu/archivum/fsz1204/HartleinKaroly.pdf>
- http://rimstar.org/sdenergy/joule_thief.htm
- http://www.kvvm.hu/cimg/documents/EA_vizsg_elemzes.pdf
- <http://graywolfsurvival.com/2491/the-joule-thief-a-preppers-best-friend-for-dead-or-homemade-batteries/>

A XXVI. Természet–Tudomány Diákpályázat kiírása

Útmutató a diákpályázat benyújtásához

Pályázatunkon indulhat bármely középfokú iskolában 2016-ben tanuló vagy végző diák, határainkon belülről és túlról.

A pályázat kétfordulós

Első forduló:

Az előválogató színhelye a diákcikk-pályázatokat benyújtó iskola.

Időpontja: 2016. október 31.

Második forduló:

A döntőbe került pályázatok zsűrizésének színhelye a Természet Világa folyóirat szerkesztősége.

Időpontja: 2017. február 15.

Kérjük pályázóinkat, hogy dolgozataikat az alábbiak figyelembevételével készítsék el.

A pályázat terjedelme **8000–20 000 betűhely** (karakterszám, szóközökkel együtt) legyen, tetszőleges számú illusztrációval. A kéziratot három ki nyomtatott példányban kérjük benyújtani. A nyomtatott változattal együtt a pályázatot **CD-n** (vagy DVD-n) is kérjük, a szöveget Word formátumban, a képeket, ábrákat külön fájlban (JPG vagy TIFF). Eltérő betűtípussal, vagy idézőjelek között kell szerepelnie a nem önálló szövegeknek, pontosan megjelölve a felhasznált forrást, még az oldalszámot is.

A pályázat tartalmazza készítője nevét, lakcímét, e-mail-címét, telefon-számát, iskolája pontos címét irányítószámmal együtt és felkészítő tanára nevét és elérhetőségét. A borítékra írják rá: Diákpályázat, valamint azt is, hogy melyik kategóriában kívánnak indul-

ni. A dolgozatok benyújtásának (postai feladásának) határideje mindegyik kategóriában **2016. november 2.** A pályázat beadható személyesen (Budapest, VIII. Bródy Sándor utca 16.), vagy postán (1444 Budapest, 8. Pf. 256.).

PÁLYÁZATI KATEGÓRIÁK

Természettudományos múltunk felkutatása

1. Az iskolájához vagy lakóhelyéhez, környezetéhez kapcsolódó jelentős múltbeli tudós személyiségek – például tanárok, az iskola volt növendékei, akikből neves természettudósok lettek – életútjának, munkásságának bemutatása (eredeti dokumentumok felkutatásával és felhasználásával). Évfordulós pályázatunkra szívesen várunk dolgozatokat a 2016. év neves évfordulós személyiségeiről is.

2. A dolgozat írójának tágabb környezetéhez kapcsolódó tudományos vagy műszaki intézmények története, tudóstársaságok története, eredeti dokumentumok bemutatásával.

3. A természet- és műszaki tudományok valamelyik ágában tárgyi emlékek bemutatása (laboratóriumi kísérleti eszközök, régi tudományos könyvek, régi tankönyvek, kéziratban maradt leírások, muzeális ritkaságok, ipari műemlékek – hidak, malmok, bányák –, vízügyi emlékek, botanikus kertek, csillagvizsgálók stb.).

4. Pályadíjak:

1–1 db I. díj 30 000–30 000 Ft
2–2 db II. díj 20 000–20 000 Ft
3–3 db III. díj 10 000–10 000 Ft,
valamint számos különdíj.

Önálló kutatások, elméleti összesszések

Önálló kutatáson a természeti értékek, jelenségek megismerése érdekében a diák által végzett kutatások bemutatását értjük. Előnyben részesülnek az egyéni, fiatalos, önálló gondolatokat, innovatív megközelítéseket tartalmazó, élvezetes és szakszerű beszámolók.

Az elméleti összesszéseknek is önálló kutatásokon kell alapulniuk. Azoknak javasoljuk, akik örömmel mélyednek el a rendelkezésükre álló megbízható és naprakész adatok végeláthatatlan tárházában, és képesek onnan elővarázsolni, bemutatni a Természet Világa olvasóinak a tudomány újdonságait.

A sikeres pályázat feltétele, hogy a pályázók a könyvtárakban, a világháló révén, a laboratóriumi-gyakorlati látogatások alkalmával és más módon szerzett értesüléseiket a származás pontos megjelölésével forrásként használják fel, és ott kerüljék el a saját alkotás látszatát. Kérjük, hogy a diákok és a felkészítő tanárok a Természet Világát tekintsék a dolgozat első nyilvános megmértetési lehetőségének.

A pályázat feltételei

1. Alapvető követelmény, hogy a cikkek olvasmányos, stilisztikai és helyesírási szempontból kifogástalanok legyenek. Kérjük a felkészítő tanárokat, szíveskedjenek e tekintetben is útmutatást adni tanítványaiknak. Ne feledjék, hogy a diákpályázat cikkírói pályázat is, ezért a dolgozatokat úgy kell megírni, hogy annak tartalmát a természettudományok iránt érdeklődő, de a témában nem járatos olvasók is megértsék. A pályamunkák végén kérjük a felhasznált irodalmat és forrásmunkákat megjelölni. A szó szerinti idézetek forrásának fel nem tüntetése etikai vétség, és a dolgozatnak az értékelésből való kizárásával jár.

2. A pályázatokat a szerkesztőbizottságból, a szerkesztőségéből és szakértőkből felkért bizottság bírálja el.

3. Pályadíjak:

1–1 db I. díj 30 000–30 000 Ft
2–2 db II. díj 20 000–20 000 Ft
3–3 db III. díj 10 000–10 000 Ft,
valamint számos különdíj.

A pályázat díjait 2017 márciusában adjuk át a nyerteseknek, akiknek nevét folyóiratunkban és honlapunkon közléstesszük. A bírálóbizottság által színvonalasnak ítélt írásokat 2017-ban lapunkban folyamatosan megjelentetjük. A kiemelkedő pályamunkák diák szerzőinek a feldolgozott témában történő további elmélyüléséhez szerkesztőbizottságunk tagjai és más felkért szakemberek nyújtanak segítséget. Kérjük tanár kollégáinkat, hogy tehetséges diákjaikat bátorítsák a pályázatunkon való részvételre, s tanácsaikkal nyújtsanak segítséget a témák kidolgozásához és feldolgozásához.

A kultúra egysége különdíj

A *Simonyi Károly* (1914–2001) akadémikus által alapított különdíjra a 2016-ban középfokú intézményekben tanuló magyarországi és határainkon túli diákok pályázhatnak. Ez a különdíj a kiíró szándékai szerint a humán és a természettudományos kultúra összefonódását hivatott elősegíteni. Olyan pályamunkákat várunk elsősorban, amelyek egy természettudományos eredmény és valamilyen művészi alkotás vagy humán tudományos eszme közti kapcsolatot tárják fel. Megmutatkozhatnak ezek akár egy alkotó életében, akár egy gondolat kialakulásában.

Ajánlott témák:

1. Az európai kultúra egysége egy magyar művész vagy tudós életművében.

2. Kísérletek a művészi hatás, a művészi élményadás és a fizikai-matematikai törvényszerűségek kapcsolatának felderítésére (festészet-színelmélet, szobrászat–statika, zene-matematika, építészet–fizika, kémia, biológia stb.).

3. Egy huszadik századi polihisztor. Olyan, már nem élő ember életének és munkásságának bemutatása, akinek tevékenységében, illetve műveiben megvalósult a kultúra egysége. Érdemes külön figyelmet fordítani a természet-

tudományok történetének kutatóira, valamint azokra, akik születésének vagy elhunytának centenáriumáról is megemlékezhetünk az adott évben. 2016-ban például *Simonyi Károlyra*, *Kovács Mihály* piaristára, illetve *Konkoly Thege Miklósr*a és *Zemplén Győz*őre emlékezhetünk.

A három ajánlott kérdéskörön túl a fiatalok természetesen bármely más önállóan választott témával is pályázhatnak. Az egyéni ötleteket, a jól kivitelezett új kezdeményezéseket a bírálóbizottság örömmel veszi.

A feldolgozás módját, a pályamű tartalmát és formáját a pályázók szabadon választhatják meg.

A kultúra egysége különdíjra pályázókra egyebekben a Természet–Tudomány Diákpályázat pontokba foglalt feltételei érvényesek.

Díjazás:

I. díj: 25 000 Ft,
II. díj: 15 000 Ft,
III. díj: 10 000 Ft.

Szkeptikus különdíj

James Randi, a világhírű amerikai szkeptikus bűvész ebben az évben is különdíjat ajánlott fel annak a pályázónak, aki a parapszichológia vagy a természetfölötti témakörben a legkiemelkedőbb pályaművet nyújtja be a Természet–Tudomány Diákpályázatra.

A különdíjra az alábbi ajánlásokat tette:

A résztvevőkre a hagyományos pályázati kategóriák szerinti elvárások érvényesek életkor, lakhely stb. tekintetében.

Alapszempontok a díjazott pályázat kiválasztásához: a) a tiszta érvelés, b) átgondolt, komoly előadásmód, c) bizonyítékok megfelelő megalapozottsága, d) a kísérleti adatok bemutatása (ha a pályázó használ ilyet).

A bírálóbizottság döntését a fenti szempontok, illetve bármilyen egyéb saját szempont figyelembevételével hozza meg, de a kiválasztás nem történhet aszerint, milyen következtetésre jutott a pályázó, bármennyire is úgy érzik a bírálók, hogy a következtetés nem helytálló. Mindaddig, amíg a pályázó a tudomány által elfogadott módszerek és eljárások alapján jut a végkövetkeztetésig, a bírálóbizottságnak el kell azt fogadnia.

Felajánlásom a hagyományos díjak-

kal együtt is odaítélhető, amennyiben a bizottság azt úgy látja helyesnek.

Küldőjammal szeretnék hozzájárulni a magyar diákok kritikai gondolkodásának fejlődéséhez.

A szerzők szíves hozzájárulásával mindent el fogok követni, hogy a díjnyertes, valamint még néhány arra érdemes pályaművet lefordítsam és megjelentessem egy színvonalas amerikai folyóiratban.

Matematikai különdíj

Martin Gardner (1914–2010) amerikai szakíró, a matematika kiváló népszerűsítőjének emlékét őrzi ez a különdíj. Küldőjára az alábbi irányelvek vonatkoznak.

A középiskolások pályázhatnak bármilyen, a matematikával kapcsolatos önálló vizsgálódással. Itt nem valamilyen új tudományos eredményt várunk, hanem olyan egyéni módon kigondolt és felépített ismeretterjesztő dolgozatot, amelyben a pályázó elemző áttekintést ad az általa szabadon választott témakörből.

Néhány javasolt téma:

1. Egy ismert vagy újonnan kitalált játék matematikai háttere.

2. Önálló kérdésfelvetés, sejtések megfogalmazása és ezek „jogosságának indoklása”.

3. Egy matematikai módszer vizsgálata és alkalmazása egymástól távol eső területeken.

4. Váratlan és érdekes összefüggések, és ezek magyarázata.

5. A matematika valamely kevésbé ismert problémájának a története.

6. Variációk egy témára: egy feladat vagy téma kapcsolatán a kisebb-nagyobb változtatásokkal adódó problémacsalád vizsgálata.

7. Legnagyobb, legérdekesebb matematikai élményem, történetem (órán, versenyen, olvasmányaimban, előadáson stb.).

A leírtak csak mintául szolgálnak, a pályázók teljesen szabadon választhatják meg a feldolgozás keretét és módszerét, a pályamű tartalmát és formáját egyaránt. A bírálóbizottság örömmel vesz minden egyéni ötletet és kezdeményezést.

Fontos, hogy a dolgozat stílusa színes, olvasmányos legyen, és megértése ne igényeljen mélyebb matematikai ismereteket.

Díjazás:

- I. díj 25 000 Ft,
- II. díj 15 000 Ft,
- III. díj 10 000 Ft.

Orvostudományi különdíj

Ernst Grote, a Tübingeni Egyetem agysebész professzora az orvostudomány témakörében különdíjat tűz ki a Természet Világa Diák pályázatán a következő irányelvek alapján.

1. Pályázhatnak a középiskolák tanulói önálló, másutt még nem publikált tanulmányokkal, amelyeknek az orvostudomány múltját és jelenét, nagyjainak életét és életművét, az orvostudománynak az egyéb tudományokhoz való viszonyát, eszközeinek fejlődését vagy bármely más idevágó, az orvosi tevékenység művészeti megjelenítését (szépirodalom, festészet, film, tévéfilm és sorozatok) és annak elemzését, szabadon választott témakört dolgoznak fel, akár hazai, akár külföldi vonatkozásban.

2. A díj odaítélésénél előnyben részesülnek az egyéni megközelítésű, elmélyült búvárkodásra utaló, olvasmányosan megírt pályaművek.

3. A cikk feldolgozásának módját és formáját a pályázók szabadon választhatják meg.

4. A különdíj nyertese a diák pályázat általános kategóriájának nyertese is lehet.

Díjazás:

- I. díj 90 euró,
- II. díj 60 euró,
- III. díj 30 euró.

Biofizikai-biokibernetikai különdíj

Varjú Dezső (1932–2013), a magyar származású biofizikus, a Tübingeni Egyetem biokibernetika tanszékének egykori professzora biofizikai-biokibernetikai különdíjat tűz ki a Természet Világa Diák pályázatán a következő irányelvek alapján:

1. Pályázhatnak a középiskolák tanulói önálló biofizikai-biokibernetikai témájú dolgozattal.

2. Javasolt témák: az érzékszervek és az idegrendszer működésének biofizikája, az állati és növényi mozgástípusok elemzése, az

állatok magatartásának kvantitatív (számszerű) vizsgálata, matematikai modellek a biológiában, az élő szervezetek és a környezet kölcsönhatása, a biofizikai vizsgálati módszerek fejlődésének története, híres biofizikus kutatók pályafutásának ismertetése.

3. Olyan dolgozatokat is várunk, amelyek a biológiában használatos valamilyen fizikai elven alapuló vizsgáló és mérő berendezések működését, felépítését ismertetik (például ultrahangos, lézeres, röntgenes vizsgálatok vagy szövetetani metszetek készítése).

4. A különdíj nyertese a diák pályázat általános kategóriáinak valamelyik nyertese is lehet.

5. A dolgozat ismeretterjesztő stílusú, olvasmányos legyen; megértése ne igényeljen túl mély fizikai, matematikai, illetve biológiai ismereteket. A feldolgozás módját, a pályamű tartalmát és formáját a pályázók szabadon választhatják meg.

Díjazás:

- I. díj 90 euró,
- II. díj 60 euró,
- III. díj 30 euró.

Metropolis különdíj

Nicholas Metropolis (1915–1999), görög származású amerikai elméleti fizikus és matematikus alapítványt hozott létre a számítástechnika alkalmazásai iránt érdeklődő tehetséges fiatalok részére. A Los Alamosban (Egyesült Államokban) működő Metropolis Alapítvány diák pályázatunkon a legjobb eredményt elérő középiskolásokat és felkészítő tanáraikat díjazza, valamint a legaktívabb iskolának előfizet a folyóiratunkra. A különdíj Nicholas Metropolis emlékét őrzi.

A Metropolis-díjra pályázó középiskolás diákoktól a szakmai zsűri azt várja el, hogy választ fogalmazzanak meg arra, a természettudományok területén milyen segítséget nyújthat a számítógép, a számítógépes szimuláció. A díj odaítélésénél előnyben részesülnek az önálló gondolatokon alapuló, egyéni megközelítésű, konkrét kutatómunkával összeállított, ugyanakkor olvasmányosan megírt pályaművek.

A Metropolis-díjban a diák pályázat más kategóriáiban benyújtott dolgozatok is részesülhetnek, olyanok, amelyek számítógépes alkalmazásokat mutatnak be, számítógépes szimulációt használnak.

A további pályázati kategória kiírását következő számunkban közöljük.

A Természet Világa szerkesztősége és szerkesztőbizottsága

Matematikatanárok figyelmébe ajánljuk!

A Kalmár László matematikaversenyekre való felkészüléshez

a Tudományos Ismeretterjesztő Társulat megjelentette



A Kalmár-verseny feladatai (2006–2012) című Természet Világa különszámot,

valamint

A Kalmár László Matematikaverseny módszertani kiadványa

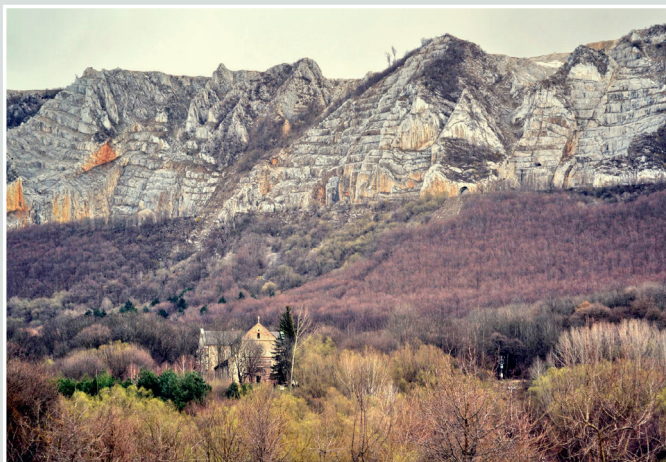


című kötetet.

A feladatgyűjtemények hozzáférhetők a Tudományos Ismeretterjesztő Társulatnál

(1088 Budapest, Bródy Sándor utca 16., 327–8950; titlap@telc.hu)

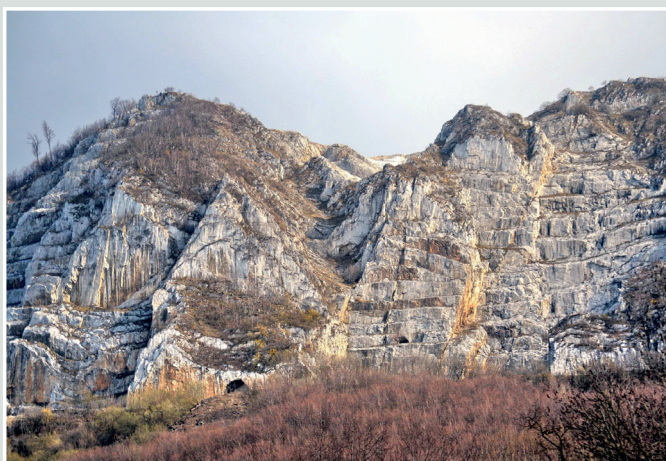
Bél-kő: „Hegy, mely a homlokát ráncolja...”



A Bél-kő látképe az apátsági templommal



Néhol kis fantáziával még fel lehet fedezni a bányászat előtti felszínformákat is



A mészkő lépcsős bányászata jellegzetes „ráncokat” mélyített a hegy „homlokára”



Palabánya, ahol a kibontott kelet-nyugat irányú tektonikai felület mentén a Bükk-fennsík és a Déli-Bükk szerkezeti egysége találkozik



A párnalávából felépült Szász-bérc



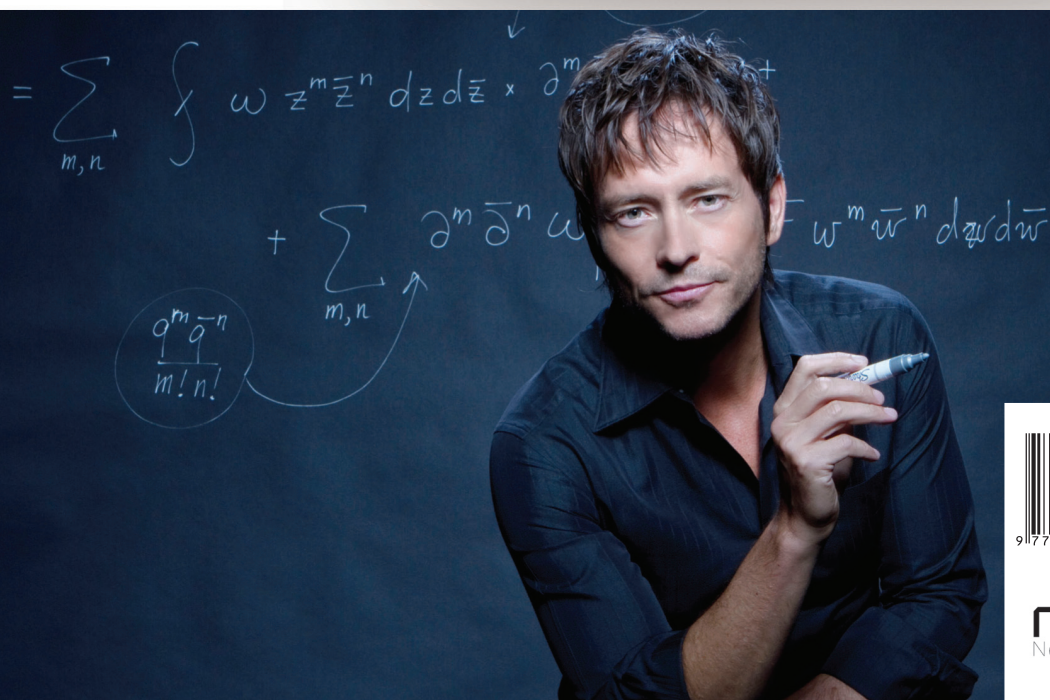
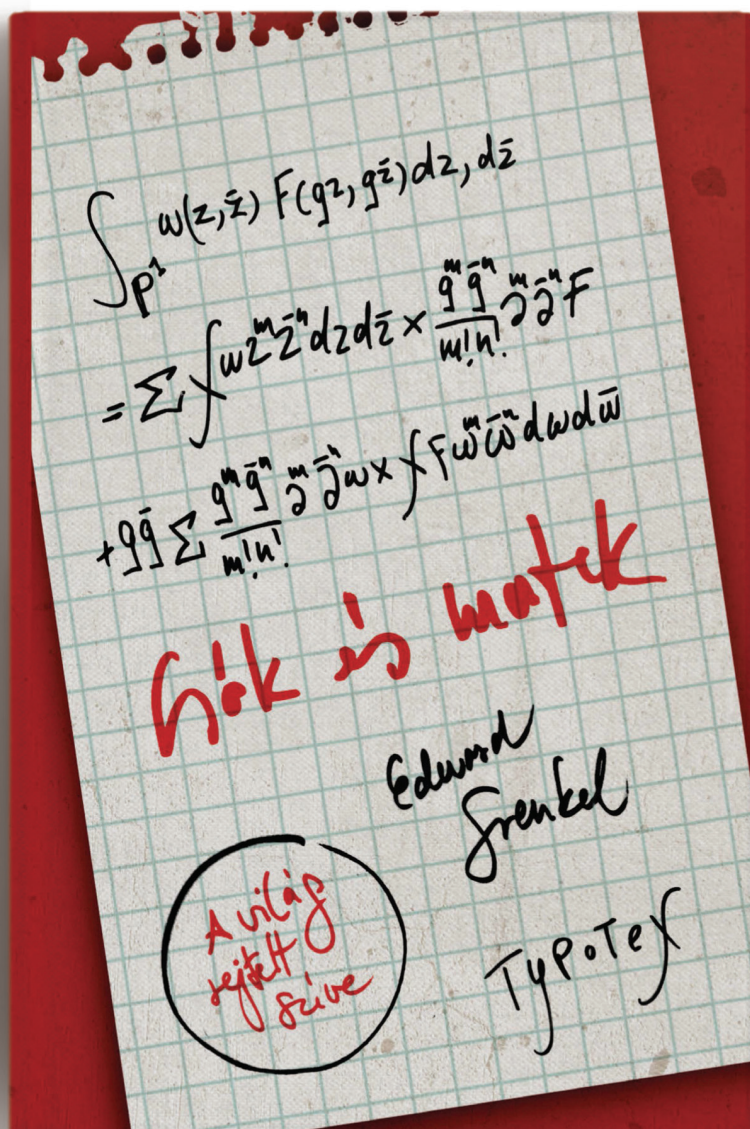
A holdbéli tájra emlékeztető bányaudvar, amely egykor a hegy Béli-medence fölé magasodó gerince volt

KERESD A KÖNYVESBOLTOKBAN VAGY
RENDELD MEG 25% KEDVEZMÉNNYEL
A WWW.TYPOTEX.HU OLDALON.

EDWARD FRENKEL **CSÓK ÉS MATEK** *A világ rejtett szíve*

EDWARD FRENKEL a matematika megismertetésének elkötelezett híve. Az a véleménye, hogy matematikai tudás hiányában egyre kevésbé érthetjük a világot, és ez a tény eleve korlátozza a szabadságunkat. A közelmúlt gazdasági-pénzügyi válságainak okait is arra vezeti vissza, hogy a közgazdászok alkalmazták ugyan, de nem értették a matematikai módszereket. Mindezen problémák a matematikaoktatásban gyökereznek, mivel annak módszertana oly felszínes és sekélyes, mintha csak Picasso művei helyett festett kerítéseket nézegetnénk. A könyv címét az az óhaj ihlette, hogy betemesse a szakadékot, mely az emberek matematikához, illetve szerelemhez fűződő viszonya között tátong.

A *Csók és matek* 2015-ben megkapta az Amerikai Matematikai Társulat Euler-könyvdíját.



nka
Nemzeti Kulturális Alap